



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN
LAS PLANTAS DE *Chionanthus pubescens* K. (ARUPO), PARROQUIA LA
PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERA FORESTAL**

CÓRDOVA TICSE SANDRA VIVIANA


**RIOBAMBA – ECUADOR
2018**

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN LAS PLANTAS DE *Chionanthus pubescens* K. (ARUPO), PARROQUIA LA PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.** De responsabilidad de la señorita. Sandra Viviana Córdova Tiese ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL**FECHA DE PRESENTACIÓN**
.....
.....

Ing. Sonia Carmita Rosero Haro

DIRECTORA
.....
.....

Ing. José Franklin Arcos Torres

ASESOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, SANDRA VIVIANA CÓRDOVA TICSE, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba, 11 de Abril de 2018



.....
Sandra Viviana Córdova Ticse
060481346-9

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual y exclusiva de la autora y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH

DEDICATORIA

A dios quien supo guiarme por el buen camino

A las personas que confiaron en mí, pues mis padres Miguel y Olga han sido el pilar fundamental en mi vida, quienes con sus sabios consejos me han guiado para culminar mi carrera profesional y gracias a ello puedo cumplir un objetivo más en el camino de mi vida.

A mis hermanas Tania, Jacqueline y Aracely, por su amor y comprensión que ha sido fundamental en mi vida

A mis hijos Samantha y Ernestito.

A mi esposo Carlos por compartir momentos significativos juntos y por estar dispuesto a apoyarme en cada paso que doy.

AGRADECIMIENTOS

A mis adorados padres Miguel y Olga, y a mis hermanas, quienes incondicionalmente me han apoyado, con su esfuerzo, sacrificio y dedicación; y que por su ejemplo de perseverancia y constancia son mi inspiración.

A mis hijos y esposo, agradezco por su comprensión, amor y dedicación y por qué siempre buscan que cada día me forme como mejor persona.

Al tribunal de mi trabajo de titulación Ing. Sonia Rosero e Ing. Franklin Arcos pues gracias a su valiosa asesoría, apoyo, paciencia y disponibilidad han sido un aporte en el desarrollo del mismo.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, por ser un templo de conocimiento.

Al Consejo Provincial de Tungurahua por permitirme realizar la investigación del trabajo de titulación en el Vivero Forestal de Catiglata dirigido por el Ing. Luis Lashuisa.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
CAPÍTULO	
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN LITERARIA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	63
VIII. RESUMEN	64
IX. ABSTRACT	65
X. BIBLIOGRAFÍA	66
XI. ANEXOS	71

LISTA DE TABLAS

Nº	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Velocidad de absorción foliar	13
2.	Signos de deficiencia de nutrientes	21
3.	Elementos esenciales para las plantas y las formas en las que son principalmente absorbidos o asimilados	22
4.	Composición química del fertilizante foliar “Fuerza Verde”	26
5.	Resumen de plagas y enfermedades de especies de la familia Oleaceae	31

LISTA DE FIGURAS

Nº	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Estructura del tejido de la planta	8
2.	Penetración	8
3.	Absorción iónica	9
4.	Movimiento simplástico	10
5.	Xilema Movimiento apoplástico	11
6.	Movimiento de los nutrientes aplicados dentro y hacia afuera de la hoja	12

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Tratamientos en estudio	34
2.	Esquema del análisis de varianza	35
3.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K.) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante	40
4.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K.) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante	41
5.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K.) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante	42
6.	Separación de medias según Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia para la altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K.) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante	43
7.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K.) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante	45
8.	Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante	46
9.	Separación de medias según Tukey al 5% para el factor dosis para el diámetro de tallos de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 30 días de iniciado los tratamientos	46
10.	Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante	48
11.	Separación de medias según Tukey al 5% para el factor dosis para el diámetro del tallo de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 60 días de iniciado los tratamientos	49

12.	Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante	51
13.	Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante	52
14.	Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante	53
15.	Separación de medias según Tukey al 5% para el testigo vs. el resto de tratamientos para el número de hojas de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 30 días de iniciada la fertilización	54
16.	Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante	56
17.	Separación de medias según Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia para el número de hojas de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 60 días de iniciado los tratamientos	56
18.	Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante	58
19.	Separación de medias según Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia para el número de hojas de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 90 días de iniciado los tratamientos	59
20.	Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante	61

LISTA DE GRÁFICOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Comparación de medias para la altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) para la interacción de las dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante	43
2.	Comparación de medias para el diámetro de tallos de plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) en el factor dosis a los 30 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos	47
3.	Comparación de medias para el diámetro de tallos de plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) en el factor dosis a los 60 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos	49
4.	Comparación de medias para el número de hojas de plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) en la comparación del testigo técnico vs. el resto de tratamientos a los 30 días.	54
5.	Comparación de medias para el número de hojas de plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) para la interacción dosis por frecuencia a los 60 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos	57
6.	Comparación de para el número de hojas de plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) para la interacción dosis por frecuencia a los 90 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos	59

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Ubicación del vivero forestal de Catiglata del Consejo Provincial de Tungurahua	71
2.	Croquis del diseño experimental	72
3.	Altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)	73
4.	Altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)	73
5.	Altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)	74
6.	Altura de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)	74
7.	Diámetro de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)	75
8.	Diámetro de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)	75
9.	Diámetro de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)	76
10.	Diámetro de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)	76
11.	Número de hojas de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante	77
12.	Número de hojas de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante	77
13.	Número de hojas de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante	78
14.	Número de hojas de las plantas de Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i> K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante	78
15.	Presupuesto de gastos	79

16.	Análisis fitopatológico de las hojas de <i>Chionanthus pubescens</i> K (Arupo)	80
17.	Análisis químico de sustrato que se utiliza en el vivero de Catiglata	81
18.	Pesaje del fertilizante fuerza verde y 25-16-12 de acuerdo a las dosis establecidas	82
19.	Selección de plantas de Arupo para el trasplante	82
20.	Trasplante de las plantas a fundas de mayor tamaño	82
21.	Limpieza de la parcela y establecimiento de las unidades experimentales	83
22.	Limpieza, riego y deshierbe manual de las malezas	83
23.	Fertilización de las plantas	83
24.	Toma de muestras de las hojas infectadas	84
25.	Aplicación del fungicida protectante	84
26.	Toma de datos en campo	84
27.	Visita de campo del tribunal de titulación	85
28.	Crecimiento de las plantas testigo vs. plantas fertilizadas	85

I. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN LAS PLANTAS DE *Chionanthus pubescens* K. (ARUPO), PARROQUIA LA PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

II. INTRODUCCIÓN

La fertilización foliar es un método que ha sido establecido desde que se demostró, hace varias décadas, que las plantas absorben nutrientes a través de las raíces y de las hojas. Es una forma eficiente de combatir las deficiencias nutricionales de las plantas e impulsar su desarrollo en sus etapas fisiológicas más importantes. La fertilización foliar es una práctica esencial y complementaria debido a que la cantidad de nutrientes en el suelo es usualmente baja a la requerida para el crecimiento de las plantas.

Las plantaciones forestales son muy importantes, pues los árboles son el medio más eficaz contra la desertificación y la sequía que vivimos a nivel mundial. Influyen en el clima, disminuyen el reflejo de la radiación solar, protegen el suelo y mantienen la humedad del aire. Contribuyen a reducir el efecto invernadero, además las plantaciones se convierten en el hábitat para muchos animales. En muchos países, las especies vegetales en general, y los árboles han ayudado a recuperar suelos destruidos.

El avance acelerado de la deforestación en nuestro país, está ocasionando deterioro ambiental; bajo estas circunstancias los gobiernos autónomos descentralizados están llevando a cabo Programas de Forestación y Reforestación impulsado por el gobierno actual cuyo objetivo es recuperar las zonas con suelos degradados afectados por: deforestación, incendios forestales, erosión, etc.

Actualmente, en el vivero de Catigлата del cantón Ambato se trabaja con la producción de diferentes especies forestales; con fines ambientales; entre ellos, contribuir a la mitigación de la contaminación y aportar a la belleza paisajística del cantón. Entre las especies que producen se encuentra el Arupo, por ello se propone la utilización de un fertilizante foliar para complementar la nutrición de las plantas, se desarrollen mejor y la estadía de las mismas en vivero sea menor.

El trabajo de fertilización en el vivero se lo viene realizando empíricamente, basado en la experiencia de los técnicos que trabajan allí, en la práctica que realizan no tienen dosis ni frecuencia determinadas, por ello se evaluará la aplicación de un fertilizante foliar con frecuencias de tiempo establecidas, con la finalidad de estimular el crecimiento de las plantas en vivero y así obtenerlas en menor tiempo y de buena calidad; y cubrir la demanda de plantas que exige el vivero para formar parte de distintos programas

A. JUSTIFICACIÓN

En la última década el gobierno actual ha impulsado programas de forestación y reforestación a nivel nacional con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental. El uso ineficiente de los fertilizantes ha provocado que las plantas que se producen en vivero no se desarrollen de una manera adecuada y se obtengan plantas de calidad en menor tiempo.

Para que exista un mejor crecimiento de las plantas en vivero es necesario que haya un buen contenido de nutrientes en el suelo, que se lo puede complementar con la fertilización foliar. Un buen manejo en cuanto a la fertilización de las plantas se refiere, permitirá que se obtengan plantas de calidad para establecerlas en su lugar definitivo

En el mercado nacional se pueden encontrar una gran cantidad de fertilizantes, sin embargo, no existe información acerca de dosificación y frecuencias de aplicación establecidas para el Arupo; razón por la cual la presente investigación evaluará el efecto de la fertilización foliar utilizando un fertilizante orgánico en el crecimiento de plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* Kunth); aplicando dosis y frecuencias de tiempo establecidos, para obtener plantas con mayor crecimiento en el menor tiempo posible. Con el propósito de mejorar la calidad de las plantas para quienes participan en los programas de reforestación a nivel regional y nacional.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante 20-20-20 en el crecimiento de plantas de *Chionanthus pubescens* Kunth (Arupo), en el vivero de Catiglata, parroquia la Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

2. Objetivos Específicos

- a.** Evaluar dosis y frecuencias de las aplicaciones, del fertilizante 20% N – 20% P – 20% K (Fuerza Verde) en el crecimiento de plantas de *Chionanthus pubescens* Kunth (Arupo)
- b.** Cuantificar el crecimiento de las plantas en un período de 120 días, de las variables altura, diámetro y número de hojas

III. REVISIÓN LITERARIA

A. FERTILIZACIÓN

El suelo es el medio fundamental para el crecimiento de las plantas, pues se encarga de proporcionar anclaje, agua, oxígeno y nutrientes a las plantas (Mijael, 2008) citado por (Ortega, 2012).

La fertilidad total del suelo es el resultado de la fertilidad física que es la capacidad que tiene el suelo de proporcionar soporte mecánico, agua y aire a las raíces de las plantas; y de la fertilidad química que se define como la calidad del suelo de proveer nutrientes, en la cantidad adecuada y bajo un correcto balance para el crecimiento de un cultivo específico, cuando los demás factores son variables (Calispa, *et. al.* 2000) citado por (Ortega, 2012).

De acuerdo con Evans (1992) hay cuatro razones por las cuales ha aumentado la necesidad y el interés por la fertilización forestal:

- ✓ Incremento en la demanda de nutrimentos por parte de las especies de crecimiento rápido en suelos de fertilidad baja, lo que conlleva a un agotamiento del suelo
- ✓ Posibilidad de tener turnos de rotación más cortos, lo que hace la fertilización más económica
- ✓ La siembra cada vez más extendida de una o dos especies en sitios pobres, lo que obliga a la utilización de fertilizantes para asegurar el establecimiento de los árboles y reducir la deficiencia de algunos nutrimentos
- ✓ Mejorar el crecimiento de los árboles con micronutrimentos (Alvarado & Raigosa, 2007).

1. Fertilización Foliar

La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja

disponibilidad de nutrientes. Consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre las hojas.

En la fertilización foliar, los nutrientes son aplicados por aspersión sobre la superficie de las hojas; esta técnica no sustituye a la tradicional fertilización del suelo, más bien la complementa, pues permite abastecer a las plantas de los nutrientes que no pueden obtener mediante fertilización edáfica. Para ciertos nutrimentos y cultivos, en ciertas etapas de desarrollo de la planta y del medio, la fertilización foliar es más ventajosa y eficiente en la corrección de deficiencias, que la fertilización edáfica (Castillo & León, 2013).

La aplicación foliar de un fertilizante es un procedimiento muy importante y utilizado para satisfacer los requerimientos de nutrientes, aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción; los principios fisiológicos del transporte de nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que se siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema (Ortega, 2012).

2. Aplicación foliar

La aplicación foliar es el método más eficiente para el suministro de micronutrientes que son necesarias solo en pequeñas cantidades y pueden llegar a ser indisponibles si son aplicados en el suelo. Para minimizar el riesgo de quemado de las hojas, la concentración recomendada debe ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer (para evitar que las gotas se sequen) (FAO-IFA, 2002).

a. Propósitos de la fertilización foliar

- ✓ Corregir en forma rápida deficiencia de nutrientes
- ✓ Superar la falta de habilidad de las raíces para absorber los nutrientes necesarios para su normal crecimiento.

- ✓ Suministrar los nutrientes adecuados para el crecimiento y desarrollo
- ✓ Disminuir pérdidas de nutrientes en el suelo por fijación y lixiviación. (Alvarado & Raigosa, 2007)

Los fertilizantes foliares deben cumplir con al menos dos condiciones fundamentales: ser soluble en agua y no tener efecto fitotóxico sobre el follaje. Esto por cuanto el agua es el medio utilizado para disolver el fertilizante y aplicarlo sobre el follaje, por lo que el producto debe ser muy soluble en agua y conservar sus características originales (Alvarado & Raigosa, 2007)

3. Absorción de nutrientes por las hojas

La penetración de nutrimentos en la superficie de las hojas y demás partes aéreas de las plantas está regulada por las células epidermales de las paredes externas de las hojas. Estas paredes están cubiertas por una capa de ceras, pectinas, hemicelulosa y celulosa que protegen a la hoja de una excesiva pérdida de solutos orgánicos e inorgánicos por la lluvia. Esta capa cuticular actúa como un débil intercambiador catiónico producto de la carga negativa atribuida a las sustancias péctidas y a los polímeros de cutina no esterificados. Una gradiente de carga se produce en esta capa cuticular de la parte externa hacia el interior de pared, permitiendo la penetración de iones a lo largo de la gradiente, favoreciendo la efectividad de aplicación foliar y controlando las pérdidas por lixiviación (Yamada, 1964) citado por (Salas, 2002).

La penetración de nutrimentos a través de la hoja es afectada por factores externos tales como la concentración del producto, la valencia del elemento, el o los nutrimentos involucrados, el ión acompañante, las condiciones tecnológicas de la aplicación y de factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, precipitación y viento. Así como también, por factores internos como la actividad metabólica. El grosor de la capa cuticular varía enormemente entre especies de plantas y es también afectado por factores ambientales, tal es el caso de comparar plantas que crecen a la sombra con aquellas a plena luz (Maschner 1995) citado por (Salas, 2002).

La proporción de penetración de un nutrimento a través de la hoja también depende del estado nutricional de la planta. Además, la capacidad de absorción por la hoja disminuye con la edad de la misma, debido a una disminución en la actividad metabólica, a un incremento en la permeabilidad de la membrana y a un aumento en el grosor de la cutícula luz (Maschner, 1995) citado por (Salas, 2002).

Las plantas pueden alimentarse a través de las hojas mediante la aplicación de sales o soluciones nutritivas orgánicas, órgano-minerales, estabilizadas y balanceadas de acuerdo a las deficiencias detectadas por análisis químico o sintomatología visual. Los nutrientes penetran por las hojas de las plantas a través de aberturas denominadas estomas, estas estructuras se encuentran tanto en la superficie superior (haz) como en la inferior (envés) y juegan un papel importante en la absorción de nutrientes por vía foliar.

Sin embargo, se ha comprobado que también puede haber penetración de los nutrientes a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos que se encuentran en las hojas. Por otra parte, hoy se sabe que la cutícula de las hojas se dilata al humedecerse, produciéndose espacios vacíos que permiten la penetración de soluciones nutritiva (Lignoquim, s.f.).

Las etapas de absorción foliar de nutrientes son:

Etapas 1: Retención del producto en la hoja. En esta etapa, el nutriente es aplicado sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el nutriente se mantenga en contacto con la hoja el mayor tiempo posible, preferiblemente de 3 a 4 horas, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por esta (Fageria, Barbosa, Moreira & Guimaraes, 2009). Las condiciones de alta humedad relativa favorecen la permeabilidad de la cutícula (Stevens, Baker & Anderson, 1988; Tarango, 1992) citado por (Murillo, Castillo, Piedra Marín & León, 2013).

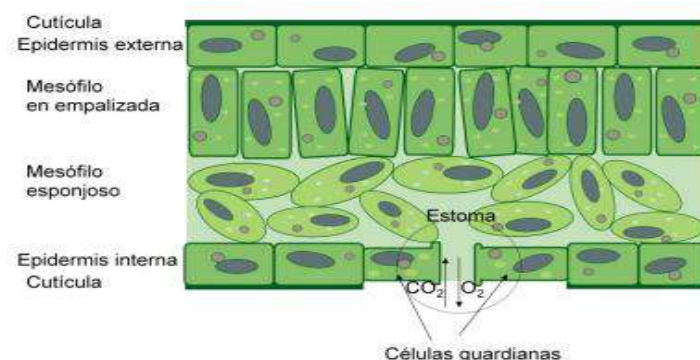
Etapas 2: Transporte del nutriente a las células. En esta fase el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales. (Murillo, Castillo, Piedra Marín & León, 2013).

Etapa 3: Movimiento del nutriente hasta los órganos. Los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), se acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destino. (Murillo, Castillo, Piedra Marín & León, 2013).

4. Mecanismo de nutrición foliar

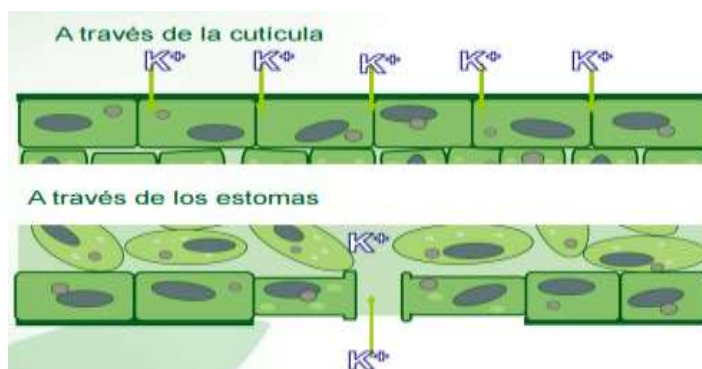
a. **Penetración**

La penetración/absorción puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva de acuerdo al gradiente de mayor concentración a menor concentración (del exterior al interior). (Rottenberg & Gallardo, s.f).



Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

Figura 1. Estructura del tejido de la planta



Fuente: (García, 1976)

Figura 2. Penetración.

La penetración se realiza a través de la cutícula o estomas. La mayor proporción de nutrientes absorbidos es de los cationes (+) por difusión pasiva.

- La tasa de penetración depende de la concentración de soluto en la superficie de la hoja.
- La concentración depende de concentración asperjada.
- Humedad relativa (que determina la tasa de evaporación de la solución asperjada).
- Aunque no es el único, la difusión pasiva es el mecanismo principal responsable de la mayor penetración de cationes.
- La tasa de difusión a través de una membrana es proporcional al gradiente de concentración.
- La eficiencia de la absorción mejora por difusión pasiva cuando:

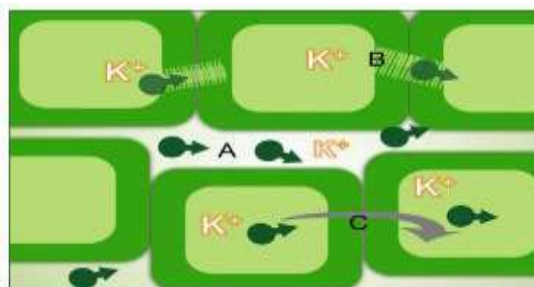
La mayor concentración de soluto que puede aplicarse a la superficie de la hoja sin causar daño/quemadura (García, 1976).

El nitrógeno y el potasio son rápidamente absorbidos por las hojas y transportados a todas las partes de la planta, especialmente a puntos de activo crecimiento como nuevas hojas, frutos jóvenes, tallos en crecimiento y raíces (Rottenberg & Gallardo, s.f).

La penetración es proporcional a la concentración como se ve en la Figura 4 (Rottenberg & Gallardo, s.f).

b. Absorción Iónica

Ésta absorción ocurre por la superficie de la membrana del citoplasma. El transporte hacia las diferentes partes de la planta de iones se conoce con el nombre de transporte. El cual se realiza mediante dos mecanismos (Figura 3) (Rottenberg & Gallardo, s.f).



Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

Figura 3. Absorción iónica

- El transporte pasivo involucra a la difusión por la cutícula de acuerdo al gradiente y al fluido entre células
- Transporte Activo involucra la absorción por la superficie de la membrana del citoplasma de célula a célula.

c. Floema (movimiento simplástico)



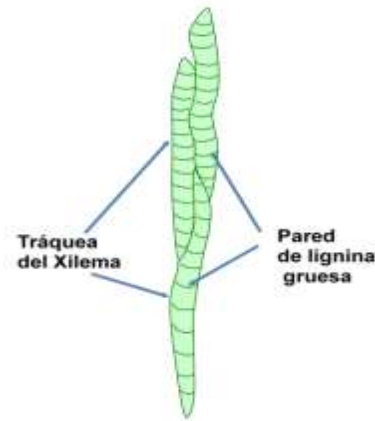
Fuente: (García, 1976)

Figura 4. Movimiento simplástico.

El movimiento regularmente va de los órganos fotosintéticos a todas las partes de las plantas. Los iones son transportados de sitios donde los carbohidratos se sintetizan a sitios donde éstos se consumen y reservan (desarrollo de flores y frutos, puntos de crecimiento en raíces y tallos). (Rottenberg & Gallardo, s.f).

d. Xilema (movimiento aploplástico)

Regulado por el flujo del floema. El flujo del xilema es controlado por transpiración durante el día, y por presión de raíz en la noche (Rottenberg & Gallardo, s.f).



Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

Figura 5. Xilema Movimiento apoplástico

Una vez tomado lugar la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando las siguientes vías:

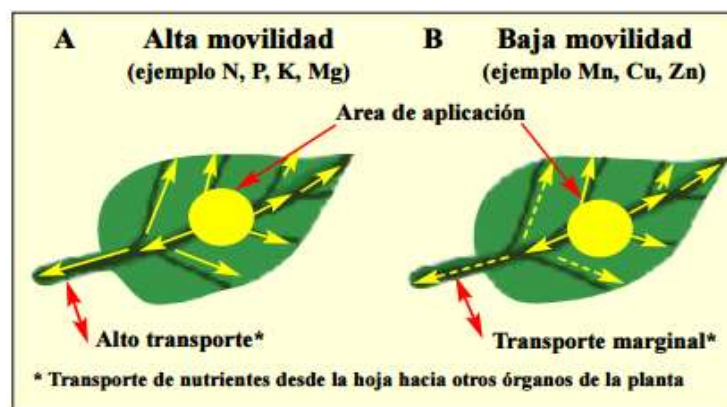
- La corriente de transpiración vía xilema
- Las paredes celulares
- El floema y otras células vivas
- Los espacios intercelulares

e. Translocación

La principal vía de translocación para los nutrientes aplicados al follaje es por el floema. El movimiento de célula a célula ocurre a través del protoplasto, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema toma lugar desde la hoja, donde se sintetizan los compuestos orgánicos hacia los lugares de utilización o almacenamiento. En consecuencia, las soluciones nutritivas aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto se produzca movimiento de sustancias orgánicas resultantes de las fotosíntesis.

La velocidad de los iones en la planta, es decir en el proceso de translocación, varía de un nutriente a otro. El Nitrógeno y el Potasio, se consideran como muy altamente móviles, en tanto que el Magnesio, Calcio y Boro son relativamente inmóviles y el resto de microelementos exhiben una movilidad mediana o escasa (Lignoquim, s.f.).

La distribución de un nutriente dentro de la hoja y su translocación hacia fuera de la hoja depende de la movilidad del nutriente en el floema y xilema como se indica en la Figura 6. Los nutrientes móviles en el floema, como el K, P, N y magnesio (Mg), se distribuyen dentro de la hoja en forma acropetálica (por el xilema) así como en forma basipetálica (por el floema) y gran parte del nutriente absorbido puede ser transportado fuera de la hoja a otras partes de la planta donde existe alta demanda (sumideros). Por otro lado, los nutrientes con una restringida movilidad en el floema como el Ca, S, Cu, Fe, Mn y Zn se distribuyen en la hoja principalmente en forma acropetálica, sin que exista una considerable translocación del nutriente fuera de la hoja. La movilidad del B dentro de la planta depende mucho del genotipo y esto tiene particular importancia en el manejo de la aplicación foliar de este nutriente (Romheld & El-Fouly. 1999).



Fuente: Romheld & El-Fouly. 1999.

Figura 6. Movimiento de los nutrientes aplicados dentro y hacia afuera de la hoja

5. Velocidad de absorción

La velocidad de absorción por vía foliar es muy variable ya que depende de varios factores, como: El nutriente o nutrientes involucrados, la especie cultivada, el ión acompañante, condiciones ambientales, temperatura, humedad relativa, incidencias de lluvia y condiciones tecnológicas de aspersión

Los diferentes nutrientes difieren acentuadamente en cuanto a la velocidad con la que son absorbidos por el follaje

El Nitrógeno es el elemento que se destaca por la velocidad con la que es absorbido por las plantas, necesitando solamente de 1-6 horas para que se absorba la mitad de lo aplicado; otros elementos requieren como mínimo un día para alcanzar la misma magnitud de absorción, el Fósforo se destaca como el elemento cuya absorción es relativamente lenta , requiere hasta 5 días para ser absorbido en un 50% (Lignoquim, s.f.).

Tabla 1. Velocidad de absorción foliar

Nutrimento	Tiempo para que se absorbe el 50% del producto
Nitrógeno (N)	0,5 – 2 horas
Fósforo (P)	5 – 10 días
Potasio (K)	10 – 24 horas
Calcio (Ca)	1 – 2 días
Magnesio (Mg)	2 – 5 horas
Azufre (S)	8 días
Manganeso (Mn)	1 – 2 días
Zinc (Zn)	1 – 2 días
Molibdeno (Mo)	10 – 20 días
Hierro (Fe)	10 – 20 días

Fuente: (Bertsch, 1995) citado por (Salas, 2002).

6. Ventajas de la fertilización foliar

La fertilización foliar de micronutrientes ha demostrado ser positiva cuando las condiciones de absorción desde el suelo son adversas; por ejemplo: Sequía, encharcamientos o temperaturas extremas del suelo. Por la menor capacidad de absorción de las hojas en relación a las raíces, las dosis son mucho menores que las utilizadas en

aplicaciones vía suelo. Es mucho más fácil obtener una distribución uniforme, a diferencia de la aplicación de granulados o en mezclas físicas. La respuesta al nutriente aplicado es casi inmediata y consecuentemente las deficiencias pueden corregirse durante el ciclo de crecimiento. Así, las sospechas de deficiencias son diagnosticadas más fácilmente. En particular, la aplicación foliar es más eficiente en las etapas más tardías de crecimiento, cuando hay una asimilación preferencial para la producción de semillas o frutas y la aplicación por vía radicular es limitada en tiempo y forma (Melgar, 2005) citado por (Ortega, 2012).

7. Desventajas

Entre las desventajas que se mencionan, la fertilización foliar tiene escaso efecto residual en los cultivos anuales, en particular afecta a los micronutrientes no móviles (Boro) que precisan de más de una aplicación. En cambio, aplicaciones frecuentes en cultivos perennes conducen a una acumulación en el suelo, lo que debiera disminuir su necesidad de aplicación anual. Además, concentraciones excesivas o productos mal formulados pueden resultar en quemaduras de hojas y/ o brotes. Finalmente, las aplicaciones deben manejarse coordinadamente en función de la necesidad de otras pulverizaciones para no incurrir en mayores costos (Melgar, 2005) citado por (Ortega, 2012).

8. Fertilización foliar exitosa

- Asperjar durante las horas más frías y húmedas del día.
- Asperjar cuando haya poco viento.
- No asperjar si la planta está bajo estrés (sequia, calor intenso, helada).
- Se recomienda hacer una prueba para detectar posibles efectos fito-tóxicos, asperje una pequeña área una semana antes de los tratamientos comerciales.
- Después de la aspersión, enjuagar completamente el equipo de aplicación y todas sus partes con jabón y agua limpia (<http://www.haifa-group.com/>).

9. Factores que influyen en la fertilización foliar

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas (Kovacs, 1986) citado por (Aguilar & Trinidad, 1999).

10. Fertilización en la etapa de vivero

La fertilización es una etapa esencial en los viveros para alcanzar el crecimiento óptimo de los árboles en un período de tiempo corto, la fertilización de las plántulas es indispensable ya que se promueve el crecimiento aéreo y radical, aumenta la reserva de nutrimentos en los tejidos, aumenta la resistencia a la sequía, bajas temperaturas y enfermedades y acelera el crecimiento inicial de la plantación (Alvarado & Raigosa, 2007).

11. Como aplicar los fertilizantes

El método de aplicación de los fertilizantes (abono orgánico o fertilizantes minerales) es un componente esencial de las buenas prácticas agrícolas. La cantidad y la regulación de la absorción depende de varios factores, tal como la variedad del cultivo, fecha de siembra, la rotación de los cultivos, las condiciones del suelo y del tiempo. En las prácticas agrícolas eficientes, el agricultor escoge la cantidad y oportunidad en el tiempo, de manera que las plantas usen los nutrientes tanto como sea posible. Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial mínimo de contaminación al medio ambiente, al agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso que el cultivo los necesita. Esto es de gran relevancia para los nutrientes móviles como el

nitrógeno que puede ser fácilmente lixiviado del perfil del suelo, sino es absorbido por las raíces de las plantas. En los casos de aplicación de urea y de fosfato diamónico, las pérdidas pueden darse a través de la emisión de amoníaco en el aire. Ambos fertilizantes deben ser incorporados en el suelo inmediatamente después de la aplicación, si no hay una lluvia inmediata o riego para incorporarlos en el suelo. Es de importancia particular en los suelos alcalinos (FAO-IFA, 2002).

Cuando el fertilizante es aplicado a mano, debería tenerse un cuidado extremo para distribuir los nutrientes uniformemente y en las dosis exactas. Donde se usa equipo de aplicación de fertilizantes, éste debería ser ajustado a fin de asegurar un esparcimiento uniforme y en proporciones correctas. El equipo debe ser mantenido en buenas condiciones (FAO-IFA, 2002).

B. DISOLUCIONES Y CALIDAD DE AGUA

1. Cálculo de disoluciones

La aplicación de fertilizantes foliares requiere del cálculo adecuado de las cantidades de producto que serán mezclados con el agua de acuerdo con la dosis sugerida del nutrimento. Este proceso es de mucho cuidado porque un cálculo equivocado podría causar una sobredosisificación del fertilizante y como éste es aplicado al follaje, el riesgo de provocar una fitotoxicidad es mayor (Salas & Molina, 2002).

La calidad del agua que se utiliza para la disolución de los fertilizantes es de gran importancia porque tiene influencia en la eficiencia de la aplicación y en optimización de uso del equipo de aspersión (Salas & Molina, 2002).

Para el cálculo de dosis de fertilizantes se utilizan unidades de volumen y peso del sistema métrico decimal. Los fertilizantes se formulan tanto en presentación sólida como líquida, y la medición de la cantidad a disolver en agua puede realizarse usando unidades de peso o volumen según corresponda el caso (Salas & Molina, 2002).

2. Calidad del agua

La calidad del agua es un componente básico en aplicación de agroquímicos y fertilizantes y necesita cuidadosa atención. Este aspecto es muy importante en los equipos de aspersión que deben mantenerse libres de sólidos en suspensión y microorganismos que pueden taponear los orificios de los emisores. Los fertilizantes mezclados en agua para aspersión foliar se precipitan si se excede la solubilidad de los mismos o la solubilidad de los productos de reacción entre el fertilizante y las impurezas del agua. A menudo se presentan problemas con Calcio (Ca) cuando las concentraciones de este elemento en el agua son superiores a 100 ppm (Salas & Molina, 2002).

La calidad del agua para aplicación de agroquímicos está determinada por la concentración y composición de los constituyentes que contenga. Todas las aguas poseen sustancias extrañas procedentes de las formaciones geológicas por las cuales han pasado. Estas sustancias por lo general son sales minerales que se encuentran en el agua disociadas como iones. Es importante contar con información detallada respecto a la calidad del agua para uso agrícola, para lo cual es deseable realizar un análisis químico del agua en un laboratorio (Salas & Molina, 2002).

C. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS ESPECIES

1. Nutrientes esenciales

Para el crecimiento de una gran mayoría de plantas son esenciales 16 tratamientos y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo. Los elementos son derivados de:

Del aire: Carbono como dióxido de Carbono

Del agua: Hidrogeno y Oxigeno como agua

Del suelo: el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N) las plantas leguminosas obtienen el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias que viven en los nódulos de las raíces, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso

(Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). Otros elementos químicos son tomados en cuenta. Estos pueden ser nutrientes beneficiosos para algunas plantas, pero no esenciales para el crecimiento de todas. Los fertilizantes, abonos o residuos de cultivos aplicados al suelo aumentan la oferta de nutrientes de las plantas (FAO-IFA, 2002).

2. Nutrientes esenciales para los árboles

“El potasio tanto en el árbol como en el suelo se encuentra como K^+ ión. Es altamente móvil en el árbol y puede ser lixiviado de las hojas por la lluvia. Es importante en la regulación de la apertura y cierre de los estomas. Activa muchas enzimas y la síntesis de muchos almidones y proteínas. Se necesita de una cantidad considerable de potasio para la función de traslado para mantener la turgidez del árbol y para activar las enzimas. Se ha constatado que un buen suministro de K aumenta la resistencia del árbol a varios patógenos y que aumenta la resistencia del árbol a bajas temperaturas” (Davey, 1998)

“La fertilización en la primera etapa de plantación ha sido muy favorable en términos de tasa de crecimiento. A diferencia de la agricultura, donde se requieren grandes cantidades de fertilizantes, en la reforestación, la aplicación de pequeñas cantidades de fertilizante, es a menudo suficiente para estimular una respuesta apreciable en árboles forestales” (Cannon, 1981) citado por (Ortega, 2012)

3. Nitrógeno

El nitrógeno es el responsable del crecimiento vegetal y del color verde de las hojas, es además constituyente de los aminoácidos, y, por lo tanto, es esencial en la síntesis de proteínas. También forma parte de los ácidos nucleicos, los cuales controlan la formación de proteínas y las características genéticas de la planta. El Nitrógeno junto con el Magnesio forma parte de la molécula de clorofila, por lo cual está asociado con la coloración verde de los tejidos vegetales y la captación de energía lumínica en la fotosíntesis. El adecuado suministro de Nitrógeno promueve el crecimiento vegetal,

incrementa la relación biomasa/raíces, y es esencial para la formación de tallos, ramas y hojas (Alvarado & Raigosa, 2007).

El nitrógeno estimula el crecimiento de hojas, tallos y raíces, así como el desarrollo de flores, frutos y otras estructuras reproductivas. (Saro, 2013).

4. Fósforo

Es un nutrimento de gran importancia debido a su papel como componente de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP, NAD y NADP. Participa en procesos como fotosíntesis, glucólisis, respiración y síntesis de ácidos grasos. El Fósforo favorece varios procesos fisiológicos de las plantas, entre ellos el desarrollo de las raíces, la producción de número de retoños, la floración, la formación de semillas, evita el acame (Alvarado & Raigosa, 2007).

5. Potasio

El potasio junto con el nitrógeno, son los elementos absorbidos en mayor cantidad por la mayoría de las especies forestales. A pesar de que en muchos suelos el contenido de potasio (K) total es por lo general superior al potasio (K) absorbido por las plantas, sólo una pequeña fracción se encuentra disponible. De ahí que las necesidades de potasio (K) son con frecuencia altas para satisfacer los requerimientos de los árboles y establecer una nutrición balanceada. El potasio (K) cumple muchas funciones en la planta, como fomentar la fotosíntesis mediante la activación de numerosas enzimas, mejorar la eficiencia en el consumo de agua, acelerar el flujo y translocación de los productos asimilados, favorecer la resistencia a enfermedades al fortalecer los tejidos vegetales, etc (Alvarado & Raigosa, 2007).

6. Calcio y Magnesio

El Calcio es un elemento esencial para el crecimiento de las raíces, para mantener la integridad de la membrana celular. El calcio favorece el crecimiento y la germinación del

polen, y activa gran cantidad de enzimas que intervienen en la mitosis, división y elongación celular (Alvarado & Raigosa, 2007)

El Magnesio es componente de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que se encarga de capturar la energía suplida por el sol durante el proceso de fotosíntesis. Además, sirve como cofactor en muchos procesos enzimáticos y de fosforilación. Estabiliza las partículas de ribosomas en la configuración para la síntesis de proteínas (Alvarado & Raigosa, 2007)

7. Azufre

El azufre es un elemento esencial para la formación de las proteínas vegetales, el azufre contribuye al desarrollo de la planta y al mantenimiento del color verde de las hojas ya que participa en la formación de clorofila (Alvarado & Raigosa, 2007)

D. SÍNTOMAS DE CARENCIA DE NUTRIENTES

Algunos signos de deficiencia de nutrientes lo mencionamos a continuación:

Si las plantas no logran absorber suficiente cantidad de un nutriente particular que necesitan, los síntomas de carencia se muestran en la apariencia general, así como en el color de la planta. Los síntomas típicos son cuando las plantas deficientes de nutrientes tienen un crecimiento retrasado, las hojas se presentan de un color verde pálido o un color verde oscuro azulado, amarillento, tienen puntos rojizos o franjas. A veces en la cosecha también los rendimientos suelen reducir severamente (FAO-IFA, 2002).

Tabla 2. Signos de deficiencia de nutrientes

ELEMENTO	SIGNOS DE DEFICIENCIA
Nitrógeno	Plantas de crecimiento retrasado, poco saludables y pequeñas. Pérdida del color verde, las hojas suelen morir
Fósforo	Crecimiento retrasado, plantas lentas a madurar, frutos deformes, granos pobremente rellenos
Potasio	Crecimiento retrasado, las hojas muestran decoloración a lo largo de los márgenes exteriores amarillentos, rojiza, dobladas o curvadas, frutos pequeños
Magnesio	Decoloración amarillenta entre nervaduras de hojas verdes
Azufre	Toda la planta es amarilla, madurez del cultivo retrasado
Calcio	Las plantas parecen marchitas, frutos podridos, raíces mal formadas
Boro	Hojas frecuentemente deformadas, arrugadas, gruesas y quebradizas, con manchas irregulares entre las nervaduras, manchas necróticas, frutos pequeños, baja reproducción de semillas debido a una fertilización incompleta
Zinc	Crecimiento retrasado de las hojas, franjas cloróticas entre las nervaduras
Hierro	Hojas verdes con clorosis típica entre las nervaduras verdes a lo largo de la longitud de las hojas

Fuente: (FAO-IFA, 2002)

E. SOLUCIÓN NUTRITIVA (SN)

Las plantas para completar su metabolismo necesitan una serie de elementos químicos esenciales que deben ser aportados en la cantidad y proporción adecuadas y en estado asimilable. La tabla 3 muestra dichos elementos y las formas químicas bajo las que principalmente son absorbidos (Alarcón, 2006)

Generalmente los sustratos, incluso las turbas, en su estado virgen, presentan un contenido de nutrientes disponibles casi insignificante. Los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos han de ser aportados como fertilizantes. Otra cuestión es que ya vengan enriquecidos con unas determinadas cantidades de nutrientes, cuestión ésta muy útil cuando no se dispone de una infraestructura adecuada para un perfecto control de la fertirrigación, pero indeseable si lo que se pretende es elaborar una solución nutritiva ajustada a las necesidades específicas del plantel, ya que se pierde el control sobre el sistema, aunque eso sí, se gana seguridad ante errores o impedimentos en el aporte nutricional- Para elaborar una solución nutritiva, generalmente se parte de soluciones madres o concentradas de fertilizantes según su grado de compatibilidad y se concentran según su solubilidad relativa y proporciones requerida (Alarcón, 2006).

Tabla 3. Elementos esenciales para las plantas y las formas en las que son principalmente absorbidos o asimilados.

Elemento esencial	Símbolo químico	Peso atómico	Forma de absorción	Peso iónico o molecular
Nitrógeno	N	14,0	NO_3^-	62,0
			NH_4^+	18,0
Fósforo	P	31,0	H_2PO_4^-	97,0
Potasio	K	39,1	K^+	39,1
Calcio	Ca	40,1	Ca^{+2}	40,1
Magnesio	Mg	24,3	Mg^{+2}	24,3
Azufre	S	32,1	SO_4^{-2}	96,1
Boro	B	10,8	H_3BO_3	61,8
Hierro	Fe	55,8	Fe^{+2}	55,8
Manganeso	Mn	54,9	Mn^{+2}	54,9
Zinc	Zn	65,4	Zn^{+2}	65,4
Cobre	Cu	63,5	Cu^{+2}	63,5
Cloro	Cl	35,5	Cl^-	35,5
Molibdeno	Mo	95,9	MoO_4^{-2}	159,9
			CO_2	44,0
Carbono	C	12,0	HCO_3^-	61,0
			CO_3^{-2}	60,0
Hidrógeno	H	1,0	H_2O en otros iones	18,0
Oxígeno	O	16,0	H_2O en otros iones	18,0

Fuente: Alarcón, A. 2006

F. VIVEROS FORESTALES

Los viveros forestales son lugares que se dedican a la producción, multiplicación o micropropagación de plantas provenientes de semillas o algún material vegetativo, seleccionados de acuerdo a su calidad, para asegurar su establecimiento en el lugar definitivo; esto se realiza con el propósito de restaurar zonas degradadas, ornamentar ciertas zonas de las ciudades; proteger cuencas hidrográficas y producir cosechas sostenibles para el abastecimiento de madera y otros productos forestales (Vasquez, 2001).

Tradicionalmente se han considerado dos tipos de viveros forestales: transitorios y permanentes; el primero funciona solo por un tiempo determinado para satisfacer la necesidad de un programa de reforestación en un lugar específico, mientras que el segundo está establecido en un lugar permanente pues produce plantas continuamente para abastecer plantas a nivel regional o nacional (Vasquez, 2001).

Para la localización de un vivero forestal se debe tomar en cuenta el área de distribución de los árboles, la condición y fertilidad del suelo, abastecimiento de agua, topografía, especies que se va a propagar, condiciones climáticas y ecológicas. (Vasquez, 2001).

La etapa de las plantas en el vivero es la más importante pues de aquí depende producir plantas sanas y vigorosas. Para la producción de las plantas en el vivero es necesario considerar ciertos factores como: calidad de la semilla, el sustrato, el contenedor, luz, temperatura, humedad, y manejo en cuanto a la aplicación de fertilizante y riego continuo (Jácome, 2008).

1. Técnicas de manejo utilizadas en el vivero

Las plantas en el vivero deben ser tratadas desde el momento de la siembra hasta que estén en óptimas condiciones para el trasplante al terreno definitivo.

a. Tratamientos a las semillas

Para realizar estos tratamientos se emplean productos químicos como por ejemplo el Arasan que es un polvo seco que se aplica 0.5 a 1 gramo por kilogramo de semilla y el Vitavax 300 (Jácome, 2008).

También se puede aplicar otros métodos para tratar las semillas como: cortar, perforar o abrir un orificio en la cubierta de la semilla. El remojo en agua u otros líquidos es otra forma, tratamiento con agua caliente, ácido, alternar el remojo y secado. Estos se aplican de acuerdo a la latencia de la semilla (FAO, 1991).

b. Siembra de la semilla

Constituye la acción de distribuir las semillas y enterrarlas en las camas, en las mejores condiciones posibles (Vasquez, 2001)

c. Sustrato para el trasplante

La elección del sustrato a emplear deberá garantizar la producción de plántulas de la mejor calidad y contemplar las limitaciones del ambiente en el que las plántulas se verán expuestas en campo, puesto que dicho sustrato influye directamente en su vigor, crecimiento y desempeño. (Trujillo, 2002).

d. Trasplante

Cuando las plantas en los germinadores tengan entre 3 y 8 centímetros se procede a trasplantarlas a recipientes (bolsas de polietileno, papel, barro, otras), por ser confiables para la mayoría de las especies. Se sacan una a una y se colocan en el recipiente, siendo indispensable que las raíces queden extendidas hacia abajo, para lo cual en muchos casos es preciso podarlas. (Trujillo, 2002).

e. Riego

Es de gran importancia, ya que la humedad es uno de los factores que desencadenan los procesos germinativos en la semilla, se debe aplicar en su etapa inicial de 3 a 4 veces por día, se disminuye a medida que las plantas vayan creciendo (Vasquez, 2001).

El riego es una de las actividades más importantes en la producción de plantas. Tiene que ser oportuno, en cantidad suficiente y en horario adecuado. En época de lluvia el riego tiene que realizarse solo cuando el viverista así lo vea conveniente o cuando la lluvia ha sido muy insuficiente. El riego por lluvia es muy estimulante para el desarrollo de las plantas por la calidad del agua y por la forma en que llega. (Trujillo, 2002).

f. Control de malezas

La competencia de plantas indeseables y malezas producen competencia con las plántulas de vivero, lo que puede frenar su desarrollo y si no se controla puede causar su muerte por competencia de nutrientes, luz, humedad, etc (Vasquez, 2001).

g. Fertilización

Para la aplicación de fertilizantes en las plantas producidas en los viveros forestales, deben considerarse aspectos esenciales como por ejemplo los requerimientos de la planta, el ambiente en el cual se desarrolla, así como la genética de la propia planta. Las propiedades del suelo y los efectos de la fertilización guardan una estrecha relación, así mismo la dosificación de los fertilizantes contribuyen al crecimiento y calidad de la planta como a su mantenimiento y a la fertilidad del suelo (Castro, 1995). citado por (Cardoso, 2014)

G. FERTILIZANTE FUERZA VERDE

Fuerza verde + Fitohormonas 420 ppm. Para Crecimiento y desarrollo 20-20-20 + 2 mg

Tabla 4. Composición química del fertilizante foliar “Fuerza Verde”

Elemento	Símbolo	Cantidad (%)
Nitrógeno	(N)	20
Fósforo	(P ₂ O ₅)	20
Potasio	(K)	20
Calcio	(Ca)	0,02
Magnesio	(Mg)	2,00
Azufre	(S)	0,10
Boro	(B)	2,00
Hierro	(Fe)	0,04
Cobre	(Cu)	0,01
Manganeso	(Mn)	0,04
Zinc	(Zn)	3,00
Molibdeno	(Mo)	0,05
Fitohormonas		420 ppm

Fuente: (Agrosad, s.f)

1. Descripción

Es un abono soluble en agua que proporciona los elementos esenciales a los cultivos agrícolas para alcanzar su máximo potencial. Posee un alto contenido de macro y micro nutrientes que se combinan adecuadamente para una eficiente y excelente nutrición foliar y radicular (Agrosad, s.f)

Es un fertilizante cristalino de alta pureza, completamente soluble en agua. Es una fuente eficaz de nitrógeno, fósforo, potasio, cuyo contenido de cloruros son muy bajos, su uso es muy versátil pudiendo usarse en muchas ocasiones siempre y cuando no amanece lluvia. (Agrosad, s.f)

Es compatible con la mayoría de fungicidas, insecticidas y otros abonos foliares de uso común. No causa efectos toxicológicos, en seres humanos, mamíferos y peces, no contamina el medio ambiente. Se recomienda no tener el producto en casa de habitación.

Dosis recomendada: 1000 gr/200 litros

Color: Rosado

H. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

1. ARUPO (*Chionanthus pubescens* Kunth)

2. Características de la familia Oleaceae

Raisman, (2013) manifiesta la siguiente descripción de la familia Oleaceae

La familia está constituida por árboles y arbustos caducifolios y perennifolios, algunos trepadores. Hojas generalmente opuestas, simples o pinnadas a menudo enteras. Sus flores perfectas rara vez imperfectas, pequeñas, verdes, blancas o amarillas, actinomorfas, dispuestas en espigas, racimos o corimbos; posee de 3-7 sépalos unidos, cortamente lobados, dentado crenulados; pétalos en igual número al de los sépalos, libres o unidos, caducos, interiormente pubescentes; en número igual o doble al de pétalos, generalmente vistosos y de filamentos libres, anteras de dehiscencia longitudinal; ovario súpero, a veces semi-ínfero o ínfero, con 2 o 3 carpelos y lóculos, 1 óvulo por lóculo, estilo cónico, columnar o pequeño, estigma 3-5 partido. El fruto pueden ser drupas o nueces uniseminadas. Las semillas con embrión pequeño y abundante endosperma aceitoso o amiláceo.

3. Clasificación taxonómica (*Chionanthus pubescens* K)

El Arupo tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliosida

Orden: Lamiales

Familia: Oleaceae

Género: *Chionanthus*

Especie: *pubescens* Kunth

Nombre científico: *Chionanthus pubescens* Kunth

Sinónimo: *Linociera pubescens* (Kunth) Eichler

Nombres comunes: Arupo (Ecuador), Chuquil (Cajamarca, Perú). (Peralta, 2017)

4. **Origen de la especie**

El Arupo es una especie originaria del sur de Ecuador y del norte de Perú. En Perú crece en laderas xerofíticas, con vegetación caducifolia y algunos arbustos perennifolios de los valles interandinos. Como planta ornamental se cultiva en muchos jardines privados de Quito, Ambato, Cuenca, Loja y probablemente en otros lugares a lo largo de los Andes (Quishpe, 2009).

5. **Hábitat**

Crece en forma natural en remanentes boscosos de los cantones Calvas, Paltas, Espíndola y Gonzanamá de la provincia de Loja, entre 1600 y 2000 msnm, con precipitaciones de 1000 a 1300 mm anuales (Macey, 1976). Cuando florecen se destacan por el colorido que resalta entre la vegetación nativa. Se lo planta con fines ornamentales, en los jardines y parques de la Sierra hasta los 2800 msnm y en sitios con precipitación anual de 700 mm. (Lojan, 2003)

6. **Morfología de la especie**

Árbol que alcanza hasta 8 metros de altura, caducifolio, con flores generalmente rosadas, con distintos grados de tonalidad, desde blanco hasta fucsia. Mediante la poda de formación puede alcanzar hasta los 10 metros. Sus hojas son simples y opuestas, verdes y brillantes cuando están jóvenes. El fruto es una drupa de 1 cm de largo por 0,8 cm de

diámetro cuando están maduros toman una coloración negra, contiene dos semillas (Lojan, 2003).

Como árbol ornamental adulto se lo describe de la siguiente manera:

Copa esférica irregular con diámetro de 4 a 6 metros, altura de 6 a 8 metros, tasa de crecimiento lenta, sitios apropiados para plantarlo: parterres y aceras anchas, parques, zonas de protección ecológica (Lojan, 2003).

7. Fenología

Árbol caducifolio, la defoliación precede a la floración.

En su hábitat natural florece en meses de julio-septiembre, una vez que se ha iniciado el período seco, plantado en los parques los árboles florecen en forma individual, es por ello que se puede observar algunos árboles en floración durante todo el año a lo largo de la Sierra. En sitios con dos períodos de lluvia florece dos veces al año: de abril a mayo y de agosto a noviembre. Lo característico de este árbol es la floración llamativa de su copa. Luego que caen los pétalos aparecen los frutos (Lojan, 2003).

8. Propagación

Se propaga sexualmente, los árboles adultos producen frutos en abundancia, el número de semillas por kilogramo es de 2500. Existen estudios que indican los tratamientos pre germinativos, entre ellos recomiendan: recolectar los frutos, secarlos, dejarlos en reposo durante dos meses para luego sembrarlas en platabandas, así tardan menos tiempo en germinar y a los dos meses las plantas tienen 10 cm de altura. En sitios fríos es más lento su crecimiento ya que a los seis meses alcanza los 15 cm. Posteriormente se puede repicar en fundas de diferente tamaño, según la altura que se desee obtener antes del trasplante definitivo. Se ha intentado propagarlo asexualmente pero no se ha obtenido resultados positivos aún con el uso de hormonas, las yemas rebrotan, pero las estacas no enraízan (Lojan, 2003).

9. Labores culturales

Una vez trasplantado, durante el crecimiento se debe cuidar para que el tallo no crezca torcido, por el peso de la copa, mediante el apuntalamiento. La bifurcación del tallo o el desarrollo de ramas bajas y la altura de la copa se controla con podas de formación. Cuando se corta el árbol a cualquier edad, este rebrota fácilmente, esto se puede realizar para manejar los árboles defectuosos. En ecosistemas urbanos la principal causa de su mortalidad es por las quebraduras del tallo, de las ramas o por intentos de extracción, razón por la cual debe protegerse con algún tipo de cercado (Lojan, 2003).

10. Usos

En su lugar de origen es apreciada por su madera dura, color blanquecino, se utiliza para la elaboración de los rodillos de los trapiches, para cabos de herramientas y torneados. Fuera de su hábitat el único uso es ornamental, este uso lo ha salvado de su extinción en su lugar de origen pues ahí casi ha desaparecido por la calidad de su madera y por el avance de la frontera agrícola (Lojan, 2003).

11. Plagas

Chionanthus pubescens presenta cierta resistencia al ataque de plagas y enfermedades (Mahecha, 2010); sin embargo, a continuación, detallaremos la presencia de ciertas plagas que atacan a especies de la familia Oleaceae.

Tabla 5. Resumen de plagas y enfermedades de especies de la familia Oleaceae

Plaga que ataca a la familia Oleaceae			
Nombre común	Nombre científico	Síntomas	Daños
Mosquita del fresno	<i>Siphoninus phillyreae</i>	Mielecilla que produce y cae sobre aceras, automóviles. Defoliaciones	Poblaciones altas de ninfas causan la caída prematura de hojas y reducen severamente los rendimientos en árboles frutales y en algunos casos la muerte de árboles jóvenes
Tuberculosis del olivo y del fresno	<i>Pseudomonas syringae pv. savastanoi</i>	Desarrollan excrecencias en forma de ligeros abultamientos pequeños, verdosos y de superficie lisa, al envejecer aumentan de tamaño, finalmente se agrietan y se disgrega fácilmente	Las partes atacadas más frecuentemente son los brotes jóvenes que se defolian y secan dando pérdida de frutos y repercutiendo en la calidad del aceite
Plaga que ataca a <i>Chionanthus spp.</i>			
	<i>Podosesia syringae</i>	Presencia de aserrín en las entradas de las galerías	Las minas realizadas por este insecto provocan la muerte de hojas y ramas
Enfermedad que ataca al follaje			
Mancha marrón	<i>Alternaria alternata</i>	Manchas foliares oscuras y bien definidas sobre las hojas	Afecta a las hojas, tallos, flores y frutos, las hojas afectadas se tornan amarillas y senescentes, se desecan, debilitan y caen

Fuente: (Gallegos, 2005); (Department of Agriculture Forest Service, 1985); (Oriolani, *et al.*, 2005)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización del lugar

La presente investigación se realizó en el vivero que posee el Consejo Provincial de Tungurahua a 5 km al noroeste del cantón Ambato ubicado en el sector de Catiglata, parroquia La Península, provincia de Tungurahua (Anexo 1)

2. Ubicación geográfica¹

Coordenadas proyectadas UTM. Zona 17 Sur. Datum WGS 84

X: 765808

Y: 9862976

Altitud: 2596 msnm

3. Características climáticas²

Temperatura media anual: 14,6 °C

Precipitación media anual: 549,3 mm/año

Humedad relativa: 75%

Fuente: ¹ GPS de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

² INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), 2015

4. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida de (Holdridge, 2000), el vivero en el cual se realizó la investigación está ubicado en un Bosque Montano Bajo (Templado Cálido)

B. MATERIALES E INSUMOS

1. Materiales para campo

Libreta de campo, lápiz, regla, carretilla, regadera, balde, balanza, bomba de fumigar, calibrador (pie de rey), etiquetas para identificación, cámara fotográfica, GPS.

2. Materiales de oficina

Computador, impresora, internet.

3. Insumos

Fertilizante Fuerza Verde 20-20-20, fertilizante 25-16-12, plantas de Arupo, fundas de polietileno de 13 x 16 cm.

C. METODOLOGÍA

1. Factores de estudio

a. FACTOR A: Dosis de aplicación

A1 = 2 gramos de fertilizante / 1 L de agua

A2 = 4 gramos de fertilizante / 1 L de agua

A3 = 6 gramos de fertilizante / 1 L de agua

Testigo técnico

b. FACTOR B: Frecuencias de aplicación

B1 = Cada 7 días

B2 = Cada 14 días

B3 = Cada 21 días

2. Tratamientos en estudio

Cuadro 1. Tratamientos en estudio

N. T.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1	2 gramos de fertilizante 20N-20P-20K / 1L de agua cada 7 días
T2	A1B2	2 gramos de fertilizante 20N-20P-20K/ 1L de agua cada 14 días
T3	A1B3	2 gramos de fertilizante 20N-20P-20K 1L de agua cada 21 días
T4	A2B1	4 gramos de fertilizante 20N-20P-20K / 1L de agua cada 7 días
T5	A2B2	4 gramos de fertilizante 20N-20P-20K/ 1L de agua cada 14 días
T6	A2B3	4 gramos de fertilizante 20N-20P-20K/ 1L de agua cada 21 días
T7	A3B1	6 gramos de fertilizante 20N-20P-20K / 1L de agua cada 7 días
T8	A3B2	6 gramos de fertilizante 20N-20P-20K/ 1L de agua cada 14 días
T9	A3B3	6 gramos de fertilizante 20N-20P-20K/ 1L de agua cada 21 días
T10	Testigo técnico	1,86 gramos de fertilizante 25-16-12 / 1L de agua cada 30 días

Los tratamientos en estudio son 10, resultado de la combinación del factor dosis (A) y frecuencia de aplicación (B), con tres repeticiones cada tratamiento y un testigo técnico, mismos que se describen en el cuadro 1.

3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño en bloques completamente al azar, con arreglo bifactorial con tres repeticiones más un testigo técnico (Anexo 2)

a. Análisis estadístico

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN (F.V)	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD (G.L)
TOTAL	$n-1$	29
REPETICIONES	$r-1$	2
TRATAMIENTOS	$t-1$	9
FACTOR DOSIS (A)	$a-1$	2
A1 VS. A2A3	$2-1$	1
A2 VS. A3	$2-1$	1
FACTOR FRECUENCIA (B)	$b-1$	2
DOSIS POR FRECUENCIAS A por B	$(a-1)(b-1)$	4
TESTIGO TÉCNICO VS. T1+T2+T3+T4+T5+T6+T7+T8+T9	$2-1$	1
ERROR	$(t-1)(r-1)$	18
CV %		

b. Análisis funcional

Se determinó el coeficiente de variación en porcentaje

Se realizó la separación de medias según Tukey al 5%

c. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos: 9 + 1

Número de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 30

Número total de plantas: 900

Distancia entre plantas: 10 cm

Número de plantas evaluadas por tratamiento: 12

Número total de plantas evaluadas: 360

Área total del ensayo: 9 x 4 m

D. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y TOMA DE DATOS

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se procedió a realizar las siguientes actividades y registro de datos (Anexos 3-14)

La fertilización se realizó cada 7,14 y 21 días.

1. Altura de la planta (cm)

Se tomó datos de la altura de las plantas con una regla graduada en cm, tomada desde la base hasta el ápice de la planta; a los 30, 60, 90 y 120 días.

2. Diámetro de la planta (mm)

El diámetro de las plantas fue medido con el calibrador digital (pie de rey) desde un punto establecido de 2 cm desde el suelo a los 30, 60, 90 y 120 días.

3. Número de hojas

Para determinar el número de hojas se realizó de forma manual contando la cantidad de las mismas por planta a los 30, 60, 90 y 120 días de haber iniciado con los tratamientos establecidos.

E. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Análisis del sustrato

Se tomó una muestra del sustrato con el cual trabajan en el vivero de Catiglata, para su respectivo análisis en el laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH

2. Trasplante

Se seleccionaron las plantas de Arupo tomando en cuenta su homogeneidad en cuanto a altura, diámetro y número de hojas; al igual que el sustrato que existe en el vivero. Se realizó el trasplante de las fundas de polietileno de color negro 10 x 15 cm a las fundas de 13 x 16 cm de polietileno con perforaciones en la base para facilitar el drenaje y desarrollo de las raíces.

3. Arreglo de las plantas para la investigación

Se realizó una limpieza y nivelación de la parcela para colocar las plantas en diferentes grupos establecidos para iniciar con la investigación. Posteriormente se hizo el sorteo de los tratamientos para su respectiva identificación con sus letreros (Anexo 2)

4. Riego

El riego se realizó tres veces por semana, manteniendo la humedad del sustrato; esta frecuencia se la aplicó durante toda la investigación; además se tomó en cuenta las condiciones climáticas del lugar.

5. Aplicación del fertilizante

Cuando las plantas están ordenadas de acuerdo al diseño experimental utilizado en la presente investigación e identificadas, se realizó la mezcla del fertilizante con agua en una bomba manual de capacidad de un litro de acuerdo a las dosis establecidas.

Para la aplicación del fertilizante 20-20-20 en plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* Kunth), se realizó directamente en el follaje, utilizando un cartón alrededor del grupo de plantas, para evitar que el producto con las dosis establecidas haga efecto en otro tratamiento. Además, se utilizó un equipo de seguridad adecuado.

6. Control fitosanitario

Durante el transcurso de la aplicación de los tratamientos, se observó la presencia de pequeñas manchas foliares y con el transcurso de los días la marchitez y pérdida total de las hojas, por cuanto se toma muestras de las mismas y fueron enviadas al Laboratorio de Fitopatología de la ESPOCH para su análisis respectivo.

En base al análisis se determinó que las hojas estaban atacadas por *Alternaria sp* (Anexo 16). Esta enfermedad se manifiesta inicialmente en las hojas “bajeras”, cuando comienza la madurez, avanzando paulatinamente hacia la parte superior de la planta. Comienza con la aparición de unas pequeñas puntuaciones de coloración castaña, rodeadas de un halo clorótico. Estas pequeñas manchas van aumentando de tamaño hasta alcanzar de 3 a 4 cm de diámetro, lo cual provoca infecciones agudas.

Para el control de esta enfermedad se aplicó en forma alterna un fungicida cúprico CALDO BORDELES 80 PM que debido a su excelente finura permite un buen efecto en el control de la enfermedad (Vademecum, 2016).

La dosis de aplicación del fungicida fue de 0,8 gramos de Caldo Bordeles / 1 litro de agua con frecuencia de aplicación cada 8 días durante tres semanas consecutivas, pues a la primera semana de aplicación del fungicida empezó hacer efecto, es decir las manchas foliares tendieron a disminuir, pero al cabo de las tres semanas de aplicación la enfermedad fue totalmente controlada.

7. Control de malezas

Se realizó en forma manual cada tres semanas durante la investigación, evitando así la competencia por nutrientes.

8. Toma de datos en campo

Se registraron los datos de las 12 plantas seleccionadas en la investigación, obteniendo medidas de altura, diámetro y número de hojas, esta actividad se realizó al momento de establecer las plantas, a los 30, 60, 90 y 120 días, después de iniciada la aplicación del fertilizante.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. ALTURA DE LAS PLANTAS DE ARUPO (*Chionanthus pubescens* Kunth)

1. Altura de las plantas a los 30 días

El cuadro 3, indica el análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo a los 30 días de iniciada la investigación con la aplicación del fertilizante Fuerza Verde, en el cual se determinó que no existe diferencias significativas para los factores dosis, frecuencias, sus interacciones y testigo vs. el resto de factores. Por lo cual no se realiza la separación de medias,

El coeficiente de variación es de 5,25 %

Las plantas de Arupo a los 30 días tienen una media de 28,23 cm

Cuadro 3. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K.) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	77,56					
Repeticiones	2	4,28	2,14	0,98	3,55	5,09	
Tratamientos	9	33,79	3,75	1,71	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	0,45	0,23	0,10	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	0,00	0,00	0,00	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,45	0,45	0,21	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	10,99	5,50	2,51	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	14,32	3,58	1,63	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	8,02	8,02	3,66	4,41	4,58	Ns
Error	18	39,49	2,19				
CV %	5,25						
Media	28,23						

Ns: No significativo

2. Altura de las plantas a los 60 días

Según el análisis de varianza para la variable altura de las plantas de Arupo a los 60 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos (Cuadro 4) se determinó que no existen diferencias significativas para los factores dosis, frecuencias, sus interacciones y testigo vs. el resto.

Por cuanto no se realiza la separación de medias

Con un coeficiente de variación de 4,35 % y una media de 29,97 cm

Cuadro 4. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K.) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	74,13					
Repeticiones	2	6,65	3,33	1,96	3,55	5,09	
Tratamientos	9	36,95	4,11	2,42	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	0,11	0,05	0,03	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	0,07	0,07	0,04	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,03	0,03	0,02	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	11,16	5,58	3,29	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	18,94	4,73	2,79	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	6,75	6,75	3,98	4,41	4,58	Ns
Error	18	30,52	1,70				
CV %	4,35						
Media	29,97						

Ns: No significativo

3. Altura de las plantas a los 90 días

En el ADEVA para la variable altura de las plantas de Arupo a los 90 días después de iniciada la aplicación del fertilizante (Cuadro 5), se registraron diferencias significativas

para la interacción dosis por frecuencia, no existe significancia para el factor dosis, factor frecuencia y testigo vs. resto.

Por lo cual se procede a separar las medias para la variable altura a los 90 días para la interacción dosis por frecuencia, mediante la prueba de Tukey al 5%.

El coeficiente de variación registrado es de 3,93 % y una media de 32,11 cm

Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K.) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante

Fuente De Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	61,69					
Repeticiones	2	4,39	2,20	1,38	3,55	5,09	
Tratamientos	9	28,59	3,18	1,99	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	1,18	0,59	0,37	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2a3	1	1,18	1,18	0,74	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,00	0,00	0,00	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	1,57	0,78	0,49	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	21,77	5,44	3,41	2,93	6,01	*
Testigo Vs. Resto	1	4,08	4,08	2,56	4,41	4,58	Ns
Error	18	28,71	1,59				
Cv %	3,93						
Media	32,11						

Ns: No significativo; * : Significativo

Cuadro 6. Separación de medias según Tukey al 5 % para la interacción dosis por frecuencia para la altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K.) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
T9	A3B3	33,86	A
T4	A2B1	32,78	AB
T5	A2B2	32,26	AB
T8	A3B2	32,26	AB
T2	A1B2	31,91	AB
T1	A1B1	31,87	AB
T6	A2B3	31,35	AB
T3	A1B3	31,28	AB
T7	A3B1	30,27	B

Mediante la prueba de Tukey al 5% para la altura de las plantas de Arupo a los 90 días (Cuadro 6) para la interacción dosis por frecuencia, presenta tres rangos de significancia (A, AB, B); en el rango A ubicamos la aplicación de 6 gramos de fertilizante 20 N - 20 P - 20 K / 1L de agua cada 21 días (T9) con una media de 33,86 cm; y en el rango B se encuentra la aportación que corresponde a 6 gramos de fertilizante 20 N - 20 P - 20 K / 1L de agua cada 7 días (T7), obteniendo una media de 30,27 cm.

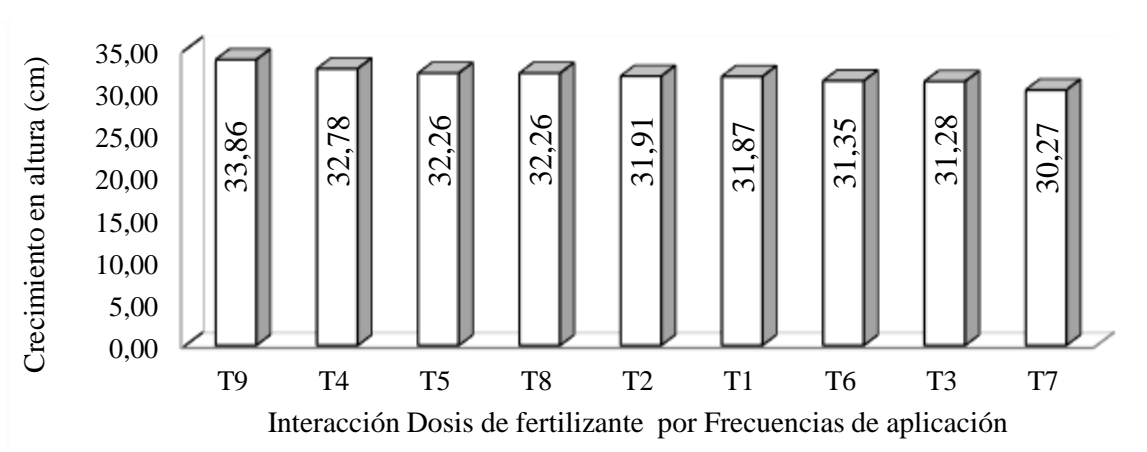


Gráfico 1. Comparación de medias para la altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) para la interacción de las dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante

En el gráfico 1 se determina que la aplicación del fertilizante foliar fuerza verde (20 % N – 20 % P – 20 % K), proyecta como mejor tratamiento al (T9) 6 g/L cada 21 días, pues supera al (T7) 6 g/L cada 7 días en un 10,60 %, produciendo un crecimiento en las plantas de Arupo.

DISCUSIÓN

En la investigación realizada a los 90 días de iniciada la fertilización presentó una media de 33,86 cm en la variable altura con la aplicación de 6 g de 20 % N – 20 % P – 20 % K / 1L de agua cada 21 días; si se compara con los valores obtenidos por (Hidalgo, 2016) quien trabajó con la especie forestal *Oreopanax ecuadorensis* a nivel de vivero con la relación NPK con un contenido nutricional (10 % N – 48 % P – 48 % K), obtuvo una media de 19,04 cm en altura al término de su trabajo, evidencia que a mayor cantidad de Nitrógeno mayor crecimiento de las plantas; teoría que concuerda con (Napier, 1985) quien trabajó con la especie forestal *Pinus oocarpa*, indicando que tienen una mejor respuesta en crecimiento cuando se le aplica fósforo y nitrógeno juntos, que cualquiera de los dos nutrientes individuales.

4. Altura de las plantas a los 120 días

En el análisis de varianza para la altura de las plantas de *Chionanthus pubescens* K. a los 120 días (Cuadro 7) después de iniciados los tratamientos, se registró que no existen diferencias significativas para los factores dosis y frecuencia, su interacción y testigo vs. el resto de tratamientos. Por ello no se realiza la separación de medias.

Con un coeficiente de variación de 4,48 % y una media de 35,96 cm

Los resultados obtenidos en la investigación llegado los 120 días de la fase experimental de la aplicación del fertilizante foliar 20 % N – 20 % P – 20 % K (Fuerza verde) no reportaron diferencias significativas debido a que el sistema radicular de las plantas no se desarrollaron adecuadamente por el reducido tamaño de la funda y la presencia de *Alternari sp.* en las hojas.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K.) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	92,60					
Repeticiones	2	6,96	3,48	1,34	3,55	5,09	
Tratamientos	9	38,87	4,32	1,66	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	9,56	4,78	1,84	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	9,54	9,54	3,67	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,02	0,02	0,01	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	2,62	1,31	0,50	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	25,95	6,49	2,50	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	0,74	0,74	0,29	4,41	4,58	Ns
Error	18	46,78	2,60				
CV %	4,48						
Media	35,96						

Ns: No significativo

B. DIÁMETRO DE LAS PLANTAS DE ARUPO (*Chionanthus pubescens* Kunth)

1. Diámetro de las plantas a los 30 días

Según el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* Kunth) a los 30 días después de iniciada la investigación (Cuadro 8), se presentaron diferencias altamente significativas para el factor dosis, en la comparación de la dosis 2 (4 g) y dosis 3 (6 g) (A2 vs. A3), mientras que para el factor frecuencia, interacción dosis x frecuencia y testigo vs. el resto de tratamientos, no se registraron diferencias significativas. Posteriormente se realiza la separación de medias.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 3,29 % y media de 5,64 mm.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	0,99					
Repeticiones	2	0,06	0,03	0,90	3,55	5,09	Ns
Tratamientos	9	0,30	0,03	0,97	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	0,22	0,11	3,15	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	0,00	0,00	0,11	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,21	0,21	6,19	4,41	4,58	**
Factor Frecuencia	2	0,04	0,02	0,61	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	0,04	0,01	0,31	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	0,00	0,00	0,01	4,41	4,58	Ns
Error	18	0,62	0,03				
CV%	3,29						
Media	5,64						

Ns: No significativo; **: Altamente significativo

Cuadro 9. Separación de medias según Tukey al 5% para el factor dosis para el diámetro de tallos de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 30 días de iniciado los tratamientos

Factor Dosis (A)	MEDIA (mm)	RANGO
A3	5,74	A
A1	5,66	A
A2	5,52	B

De acuerdo a la separación de medias según la prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del tallo de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) en el factor dosis a los 30 días; se determina que las plantas al ser fertilizadas con una dosis alta de 6 g/L (A3) del

fertilizante 20 % N- 20 % P – 20 % K, el diámetro de su tallo tiende a incrementarse, con una media de 5,74 mm en relación a las otras dosis.

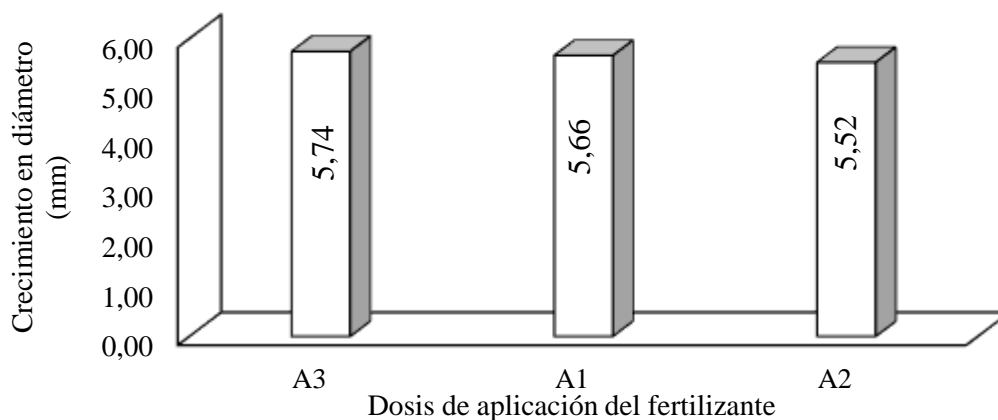


Gráfico 2. Comparación de medias para el diámetro de tallos de plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) en el factor dosis a los 30 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos

El gráfico 2 indica que los resultados obtenidos a los 30 días de iniciada la aplicación de los tratamientos en cuanto al crecimiento del diámetro de las plantas se incrementó al aplicar una dosis alta de fertilizante es decir 6 g/L, debido a que difiere en 1,39 % en relación a la dosis baja. Mientras que, comparando la dosis alta con la dosis media, está la supera en un 3,83 %.

DISCUSIÓN

En la investigación a los 30 días de iniciado la fertilización presentó una media de 5,74 mm en crecimiento del diámetro de las plantas con la aplicación de 6 g de 20 % N – 20 % P – 20 % K/ 1L de agua coincidiendo con lo obtenido por (Villar, P. & Planelles, R. 2001) que al aplicar en dosis altas con un fertilizante nitrogenado (33,5 % riqueza en nitrógeno) obtuvo una media de 5,14 mm; deduciendo que a mayor contenido de Nitrógeno mayor crecimiento del diámetro de las plantas; esto se ve reflejado con lo manifestado por (Alvarado & Raigosa, 2007) que mencionan que el adecuado suministro de Nitrógeno promueve el crecimiento vegetal, es esencial para la formación de tallos, por cuanto al suministrar una dosis alta de Nitrógeno existe un incremento en el diámetro de las plantas de Arupo.

2. Diámetro de las plantas a los 60 días

En el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días después de iniciados los tratamientos (Cuadro 10) se presentó diferencias significativas y altamente significativas para el factor dosis y la comparación de la dosis 2 y la dosis 3 (A2 vs. A3), respectivamente; no existiendo así diferencias significativas para el factor frecuencia, interacción dosis x frecuencia y testigo vs. el resto de tratamientos.

Se procedió a la separación de medias.

Se registró un coeficiente de variación de 3,27 % y una media de 6,47 mm.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	2,32					
Repeticiones	2	0,87	0,43	9,66	3,55	5,09	
Tratamientos	9	0,65	0,07	1,60	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	0,32	0,16	3,57	3,55	5,09	*
A1 Vs. A2A3	1	0,00	0,00	0,01	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,32	0,32	7,14	4,41	4,58	**
Factor Frecuencia	2	0,16	0,08	1,82	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	0,16	0,04	0,91	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	0,00	0,00	0,03	4,41	4,58	Ns
Error	18	0,81	0,04				
CV %	3,27						
Media	6,47						

Ns: No significativo; *: Significativo; **: Altamente significativo

Cuadro 11. Separación de medias según Tukey al 5 % para el factor dosis para el diámetro del tallo de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciado los tratamientos

FACTOR DOSIS (A)	MEDIA (mm)	RANGO
A3	6,60	A
A1	6,46	A
A2	6,34	B

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5 % (Cuadro 11), este presenta rangos con dos niveles de información; en el rango A se encuentra la dosis alta 6 gramos de fertilizante (A3) 20 % N – 20 % P – 20 % K / 1 L de agua con una media de 6,60 mm, y en el rango B ubicamos la dosis media 4 gramos de fertilizante (A2) 20 % N – 20 % P – 20 % K / 1 litro de agua, obteniéndose un valor de 6,34 mm

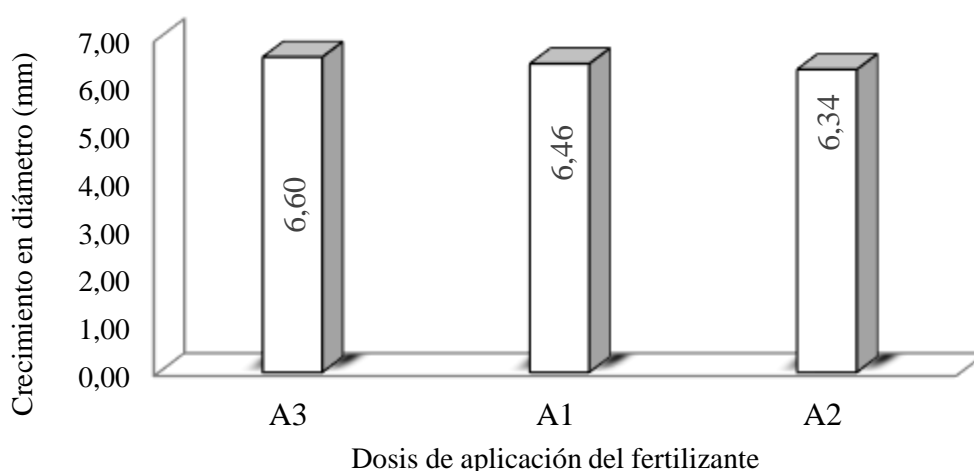


Gráfico 3. Comparación de medias para el diámetro de tallos de plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) en el factor dosis a los 60 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos

Con los resultados obtenidos el gráfico 3 muestra el incremento en diámetro de las plantas de Arupo a los 60 días después de iniciada la aplicación del fertilizante fuerza verde; el crecimiento se incrementó al aplicar una dosis alta 6 g/L (A3), existe una diferencia de 2,12 % entre las dosis alta (6 g/L) y baja (2 g/L). Mientras que, la dosis alta (A3) supera en un 3,94 % a la dosis media (A2)

DISCUSIÓN

La investigación a los 60 días de iniciada la fertilización presentó una media de 6,60 mm en el diámetro con la aplicación de una dosis alta (6 g/L) del fertilizante con un contenido nutricional de 20 % N – 20 % P – 20 % K (Fuerza Verde); si se compara con los valores obtenidos por (Hidalgo, 2016) quien trabajó con la especie forestal *Oreopanax ecuadorensis* a nivel de vivero con la relación NPK con un contenido nutricional (10 % N – 48 % P – 48 % K) pues obtuvo una media de 6,28 mm, afirmando que a mayor contenido de Nitrógeno mayor crecimiento de las plantas; esto se ve reflejado con lo manifestado por (Alvarado & Raigosa, 2007) que mencionan que el adecuado suministro de Nitrógeno promueve el crecimiento vegetal y es esencial para la formación de tallos. También cabe mencionar que estos resultados son similares a los obtenidos por (Dinkelaker. 1995), al aplicar fertilizantes nitrogenados y fosfatados en *Lupinus alba*, registraron un incremento en diámetro, pues al aplicar este tipo de fertilizante influye directamente en la formación radicular y del tallo coincidiendo con lo manifestado por (Saro, 2013) que indica que el nitrógeno estimula el crecimiento de los tallos de las plantas.

3. Diámetro de las plantas a los 90 días

En el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 90 días después de iniciada la investigación (Cuadro 12) se presentan diferencias no significativas para los factores dosis, frecuencia, interacción dosis x frecuencia y testigo vs. el resto de tratamientos.

Por lo cual no se hace la separación de medias.

Se registra un coeficiente de variación de 4,33 % y una media de 7,35 mm.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	2,88					
Repeticiones	2	0,08	0,04	0,39	3,55	5,09	
Tratamientos	9	0,97	0,11	1,07	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	0,28	0,14	1,38	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	0,05	0,05	0,48	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,23	0,23	2,28	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	0,54	0,27	2,65	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	0,15	0,04	0,38	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	0,00	0,00	0,02	4,41	4,58	Ns
Error	18	1,82	0,10				
CV %	4,33						
Media	7,35						

Ns: No significativo

4. Diámetro de las plantas a los 120 días

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K), a los 120 días de iniciada la investigación con la aplicación del fertilizante 20 % N – 20% P – 20 % K (Cuadro 13), se determina que no se encuentran diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio. Por lo cual no se realiza la separación de medias

El coeficiente de variación es de 3,97 % y una media de 8,03 mm

Cumplidos los 120 días del período experimental de la investigación no se muestran diferencias significativas, debido a varios factores que limitan el crecimiento de las plantas entre ellos la presencia de la enfermedad en las hojas (*Alternaria sp.*) y el reducido espacio para que las raíces puedan desarrollarse de mejor manera.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el diámetro de tallos de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	2,99					
Repeticiones	2	0,30	0,15	1,46	3,55	5,09	
Tratamientos	9	0,86	0,10	0,94	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	0,31	0,15	1,51	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	0,10	0,10	0,99	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,21	0,21	2,03	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	0,32	0,16	1,57	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	0,23	0,06	0,57	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	0,00	0,00	0,02	4,41	4,58	Ns
Error	18	1,83	0,10				
CV%	3,97						
Media	8,03						

Ns: No significativo

C. NÚMERO DE HOJAS DE LAS PLANTAS DE ARUPO (*Chionanthus pubescens* Kunth)

1. Número de hojas de las plantas a los 30 días

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K), a los 30 días de iniciado el trabajo, indica diferencias altamente significativas en el factor testigo vs. el resto de tratamientos, no así en los factores dosis, frecuencias e interacción dosis por frecuencia. Por lo cual se procedió a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 13,90 % y una media de 20,2 8

Cuadro 14. Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	293,44					
Repeticiones	2	12,64	6,32	0,79	3,55	5,09	
Tratamientos	9	137,68	15,30	1,92	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	5,62	2,81	0,35	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	1,53	1,53	0,19	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	4,09	4,09	0,51	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	11,39	5,70	0,72	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	77,14	19,28	2,43	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	43,53	43,53	5,48	4,41	4,58	**
Error	18	143,12	7,95				
CV %	13,90						
Media	20,28						

Ns: No significativo; **: Altamente significativo

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de las plantas de *Chionanthus pubescens* K. a los 30 días de iniciado el trabajo (Cuadro 15), los resultados determinan rangos con dos niveles de información, ubicándose en el rango A la aplicación de 2 gramos de fertilizante 20 % N – 20 % P – 20 % K / 1 L de agua cada 21 días (T3), con una media de 23,44 hojas, con la cual se aprecia un crecimiento de la parte vegetativas de las plantas; mientras que en el nivel B se ubica la aportación de 1,86 gramos de fertilizante 25-16-12 / 1 L de agua cada 30 días correspondiente al testigo técnico (T10).

Cuadro 15. Separación de medias según Tukey al 5 % para el testigo vs. el resto de tratamientos para el número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 30 días de iniciada la fertilización

TRATAMIENTO	CÓDIGOS	MEDIA (número de hojas)	RANGO
T3	A1B3	23,44	A
T6	A2B3	22,42	A
T2	A1B2	21,97	A
T7	A3B1	21,69	A
T8	A3B2	20,61	A
T5	A2B2	20,58	A
T4	A2B1	19,97	A
T9	A3B3	17,81	A
T1	A1B1	17,64	A
T10	Testigo	16,67	B

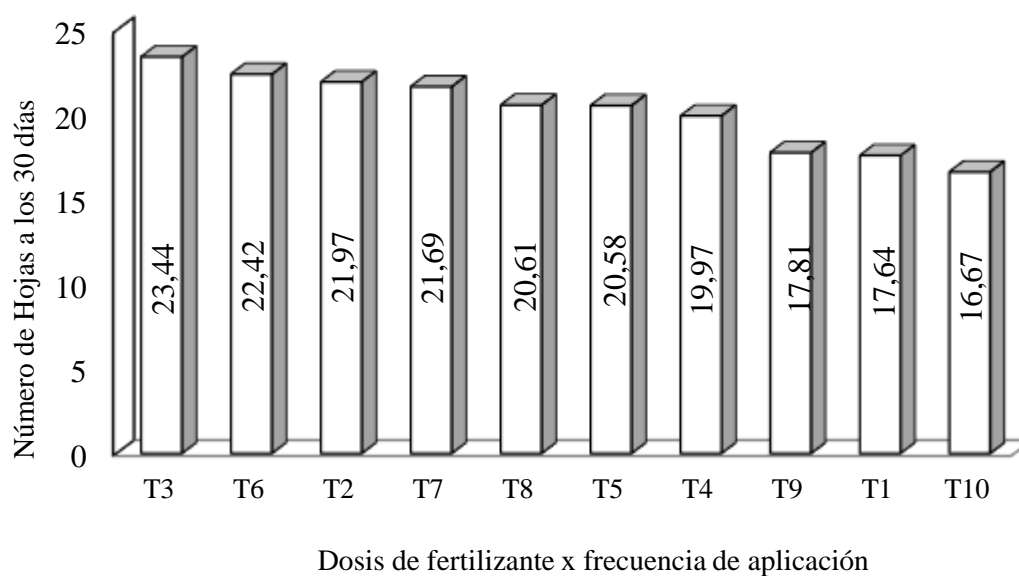


Gráfico 4. Comparación de medias para el número de hojas de plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) en la comparación del testigo técnico vs. el resto de tratamientos a los 30 días.

En el gráfico 4 se determina que existe un incremento en el número de hojas a los 30 días con la aplicación del fertilizante Fuerza Verde (20 % N – 20 % P – 20 % K), reportando como mejor la aplicación de 2 g/L cada 21 días (T3) debido a que difiere de la aportación de 1,86 g/L de 25-16-12, testigo técnico (T10) en un 28,89 %

DISCUSIÓN

En la investigación a los 30 días de iniciada la fertilización se obtuvo una media de 23,44 correspondiente al número de hojas con la aplicación de 2 g de 20 % N – 20 % P – 20 % K /1L de agua cada 21 días, estos resultados se reflejan con lo expuesto por (Alarcón 1999) quien experimentó a nivel de vivero la relación N/K para investigar procesos de desarrollo vegetativo (incremento foliar), pues obtuvo resultados al combinar estos nutrientes produciendo un aumento de la energía radiante de la planta debido a los contenidos de nitrógeno, provocando un incremento de la parte aérea.

2. Número de hojas de las plantas a los 60 días

En el análisis de varianza para la variable número de hojas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciado el trabajo con la aplicación del fertilizante (Cuadro 16) presentó resultados significativos para la interacción dosis por frecuencia.

Se realizó la separación de medias

Con un coeficiente de variación de 12,10 % y una media de 23,59

Cuadro 16. Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	302,77					
Repeticiones	2	35,04	17,52	2,15	3,55	5,09	
Tratamientos	9	121,21	13,47	1,65	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	0,08	0,04	0,00	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	0,02	0,02	0,00	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	0,07	0,07	0,01	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	11,26	5,63	0,69	3,55	5,09	Ns
Dosis por Frecuencia	4	95,36	23,84	2,93	2,93	6,01	*
Testigo Vs. Resto	1	14,51	14,51	1,78	4,41	4,58	Ns
Error	18	146,53	8,14				
CV%	12,10						
Media	23,59						

Ns: No significativo; *: Significativo

Cuadro 17. Separación de medias según Tukey al 5 % para la interacción dosis por frecuencia para el número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciado los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIA (número de hojas)	RANGO
T7	A3B1	25,67	A
T8	A3B2	25,58	AB
T2	A1B2	25,58	AB
T3	A1B3	25,19	AB
T6	A2B3	25,06	AB
T4	A2B1	23,19	AB
T5	A2B2	22,97	AB
T1	A1B1	20,78	B
T9	A3B3	20,33	B

Mediante la separación de medias según Tukey al 5 %, en el cuadro 17 se registró rangos con tres niveles de significancia, en el rango A con el mejor resultado la aportación de 6 gramos de fertilizante / 1L de agua cada 7 días (T7) con una media de 25,67 hojas y en el rango B la aplicación de 6 gramos de fertilizante / 1L de agua cada 21 días (T9) que presentó una media de 20,33 hojas

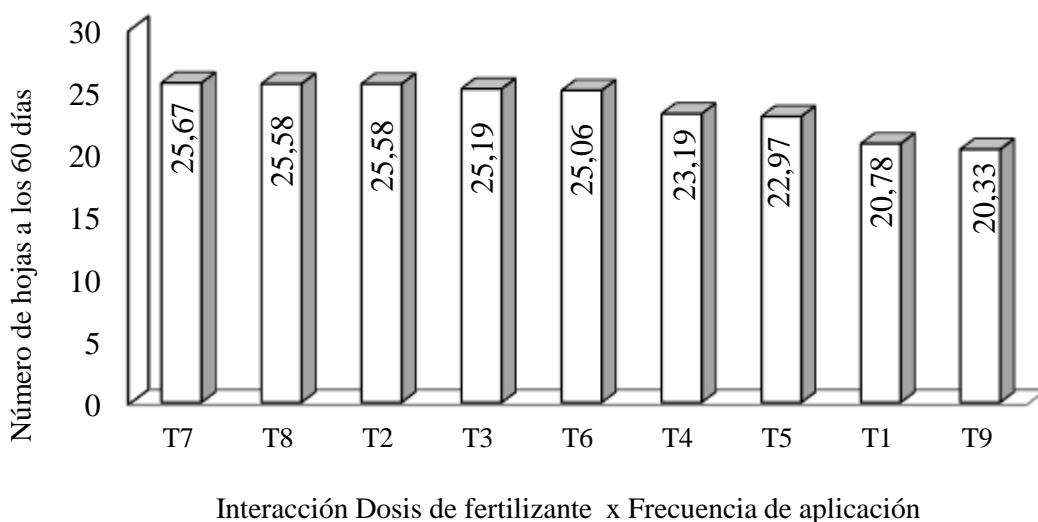


Gráfico 5. Comparación de medias para el número de hojas de plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) para la interacción dosis por frecuencia a los 60 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos

Como muestra el gráfico 5 para la variable número de hojas de las plantas de *Chionanthus pubescens* K. a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante se registró una diferencia con la aplicación de 6 gramos de fertilizante / 1L agua cada 7 días (T7); y el aporte de 6 gramos de fertilizante / 1L agua cada 21 días (T9), superando en un 20,80%

DISCUSIÓN

En la investigación realizada a los 60 días de fertilización se obtuvo una media de 25,67 en número de hojas con una aplicación de 6 gramos de fertilizante 20 % N – 20 % P -20 % K cada 7 días; si se compara con los valores obtenidos por (Hidalgo, 2016) quien trabajó con la relación NPK con un contenido nutricional (10 % N – 48 % P – 48 % K) a nivel de vivero con plantas de *Oreopanax ecuadorensis* obtuvo una media de 6,59 afirmando que a mayor cantidad de Nitrógeno mayor incremento foliar.

3. Número de hojas de las plantas a los 90 días

De acuerdo al análisis de varianza para la variable número de hojas de *Chionanthus pubescens* K. a los 90 días (Cuadro 18), después de iniciado el trabajo de investigación encontramos diferencias significativas en la interacción dosis por frecuencia, no encontrando diferencias en el resto de factores en estudio. Se realizó la separación de medias.

Coeficiente de variación de 9,99 % y una media de 26,05

Cuadro 18. Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	248,67					
Repeticiones	2	0,51	0,26	0,04	3,55	5,09	Ns
Tratamientos	9	126,30	14,03	2,07	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	7,66	3,83	0,57	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	2,56	2,56	0,38	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	5,10	5,10	0,75	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	7,79	3,89	0,58	3,55	5,09	Ns
Dosis * Frecuencia	4	90,98	22,75	3,36	2,93	6,01	*
Testigo Vs. Resto	1	19,87	19,87	2,94	4,41	4,58	Ns
Error	18	121,86	6,77				
CV%	9,99						
Media	26,05						

Ns: No significativo; *: Significativo

Cuadro 19. Separación de medias según Tukey al 5 % para la interacción dosis por frecuencia para el número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 90 días de iniciado los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	MEDIA (número de hojas)	RANGO
T7	A3B1	29,36	A
T8	A3B2	28,94	AB
T6	A2B3	27,39	AB
T2	A1B2	26,83	AB
T3	A1B3	26,50	AB
T4	A2B1	25,75	AB
T5	A2B2	24,89	AB
T1	A1B1	24,33	AB
T9	A3B3	22,92	B

Como muestra el (cuadro 19) a través de la prueba de Tukey al 5 %, se determinó rangos con tres niveles de información, ubicándose en el nivel A la aplicación de 6 gramos de fertilizante 20 % N – 20 % P – 20 % K / 1 litro de agua cada 7 días T7 con una media de 29,36; mientras que al aplicar 6 gramos de fertilizante 20 % N – 20 % P – 20 % K / 1 litro de agua cada 21 días(T9) se encuentra en el nivel B, con una media de 22,92 hojas.

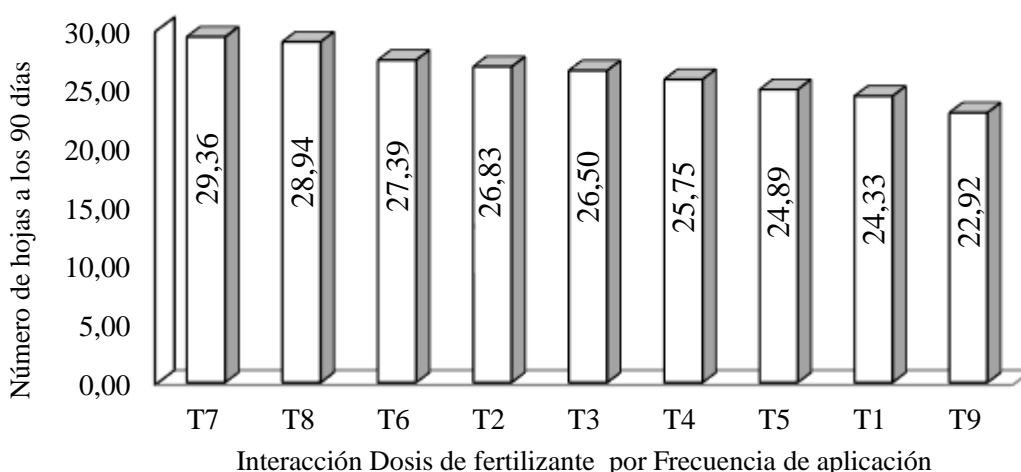


Gráfico 6. Comparación de medias para el número de hojas de plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) para la interacción dosis por frecuencia a los 90 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos

En el gráfico 6, se registró un incremento en el crecimiento en el número de hojas, debido a que se obtuvo una diferencia de 21,93 % entre la aplicación de 6 g/ 1L cada 7 días (T7); y la aportación de 6 g/ 1L cada 21 días (T9).

DISCUSIÓN

En la investigación a los 90 días de la fertilización se obtuvo una media de 29,36 correspondiente al número de hojas con una aplicación de 6 gramos de fertilizante 20 % N – 20 % P – 20 % K cada 7 días, si se compara con los valores obtenidos por (Hidalgo, J. 2016) quien trabajó con la relación NPK con un contenido nutricional (10 % N – 48 % P – 48 % K) a nivel de vivero con plantas de *Oreopanax ecuadorensis* obtuvo una media de 10,21 atribuyendo que a mayor cantidad de Nitrógeno mayor incremento foliar, estos resultados citados anteriormente se reflejan con lo expuesto por (Alarcón, 1999) quien experimentó a nivel de vivero la relación N/K para investigar procesos de desarrollo vegetativo (incremento foliar), pues obtuvieron resultados al combinar estos nutrientes produciendo un aumento de la energía radiante de la planta debido a los contenidos de nitrógeno, provocando un incremento de la parte aérea.

4. Número de hojas de las plantas a los 120 días

Una vez realizado el análisis de varianza para el número de hojas de *Chionanthus pubescens* K. a los 120 días de iniciado el trabajo (Cuadro 20), observamos que no se registran diferencias significativas para los factores dosis, frecuencia, interacción dosis x frecuencia y el testigo vs. el resto de tratamientos.

Por lo cual no se realizó la separación de medias.

Con un coeficiente de variación de 10,31 % y una media de 30,82 hojas.

Cuadro 20. Análisis de varianza para el número de hojas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fisher			Significan.
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	385,04					
Repeticiones	2	17,77	8,88	0,88	3,55	5,09	
Tratamientos	9	185,51	20,61	2,04	2,46	6,01	Ns
Factor Dosis	2	26,64	13,32	1,32	3,55	5,09	Ns
A1 Vs. A2A3	1	1,16	1,16	0,11	4,41	4,58	Ns
A2 Vs. A3	1	25,48	25,48	2,52	4,41	4,58	Ns
Factor Frecuencia	2	12,86	6,43	0,64	3,55	5,09	Ns
Dosis * Frecuencia	4	102,87	25,72	2,55	2,93	6,01	Ns
Testigo Vs. Resto	1	43,13	43,13	4,27	4,41	4,58	Ns
Error	18	181,77	10,10				
CV %	10,31						
Media	30,82						

Ns: No significativo

Cumplidos los 120 días de la fase experimental de la presente investigación no se registraron diferencias significativas en la variable número de hojas debido a varios factores, entre ellos: la presencia de *Alternaria sp.* en las hojas cuyo síntoma principal es la defoliación de las mismas, esto ocasionó que el nivel de ataque en unas plantas sea mayor que en otras, desiguando el crecimiento, desarrollo y aparición de las hojas. Cabe mencionar que la falta de hojas de una planta reduce notablemente la función fotosintética y también al espacio reducido de las fundas ya que las plantas no pudieron desarrollarse de la mejor manera esto se deduce por la abundante presencia radicular en el pan de tierra, como lo muestra el Anexo 28.

VI. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación podemos concluir que:

- 1.** Aplicar en plantas de Arupo a nivel de vivero 6 g/L del fertilizante Fuerza Verde (20 % N – 20 % P – 20 % K) cada 21 días, por influir en el crecimiento en altura con un 10,60 %, en diámetro con el 3,94 % y número de hojas con el 21,93 % hasta los 90 días.
- 2.** A los 120 días de la fase experimental en la investigación no se registraron diferencias significativas de las tres variables en estudio como son: altura, diámetro y número de hojas.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Para obtener mejor crecimiento en cuanto a diámetro y altura de las plantas se recomienda aplicar 6 gramos de fertilizante 20 % N – 20 % P – 20 % K (Fuerza verde) / 1L de agua con una frecuencia de 21 días.
- 2.** Se sugiere trabajar con otros fertilizantes sólidos y foliares, fuentes de formulación con otros contenidos nutricionales como 30 % N – 10 % P – 10 % K en plantas a nivel de vivero y valorar la eficacia del mismo en el crecimiento de las plantas de Arupo.
- 3.** Aplicar soluciones nutritivas acompañado de la fertilización foliar para obtener mejores resultados en el crecimiento de las plantas.
- 4.** Realizar trabajos similares tomando en cuenta el tamaño de las fundas de polietileno y la distancia de separación entre plantas para facilitar el crecimiento y se puedan obtener mejores resultados.
- 5.** Acompañar trabajos similares con controles fitosanitarios contra *Alternaria sp.* vs. fertilización edáfica.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar 20 - 20 - 20 en el crecimiento de plantas de *Chionanthus pubescens* (Arupo) en el vivero de Catiglata, parroquia la Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua; se utilizó el fertilizante orgánico Fuerza Verde cuya composición nutricional es 20 % N - 20 % P- 20% K del cual se ocupó tres dosis (2, 4 y 6 gramos) con una frecuencia de aplicación (7, 14 y 21 días), mismos que al combinarse produjeron 9 tratamientos más un testigo técnico, evaluándose a los 30, 60, 90 y 120 días los parámetros: altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas. El tratamiento que presentó mejores resultados para la altura fue 6 gramos de fertilizante/ 1L de agua cada 21 días (T9) con un valor promedio de 33,86 cm, para el diámetro el mejor resultado fue la aplicación de una dosis alta (6 g/L) y una media de 6,11 mm mientras que para el número de hojas fue la aplicación de 6 gramos de 20 - 20 - 20/ 1L de agua cada 7 días ((T7) con una media de 29,36. A pesar de que no se registraron diferencias significativas cumplidos los 120 días de la fase experimental, debido a varios factores: como la presencia de la enfermedad en las hojas y el escaso espacio para el crecimiento radicular abundante que presentaron las plantas, lo cual pudo provocar la falta de crecimiento en las mismas

Palabras clave: FERTILIZACIÓN FOLIAR - PLANTAS DE ARUPO - EVALUACIÓN FORESTAL.



IX. ABSTRACT

The present investigation proposes to evaluate the effect of the application of the foliar fertilizer 20-20-20 on the growth of the *Chionanthus pubescens* (Arupo) plants in the Catiglata nursery, the Peninsula parish, Ambato canton, Tungurahua province. The organic fertilizer Fuerza Verde was used, whose nutritional composition is 20 % N – 20 % P – 20 % K, which three doses (2, 4 and 6 grams) were taken with a frequency of application (7, 14 and 21) same as when combined produced 9 treatments plus a technical control, being evaluated at 30, 60, 90 and 120 days the parameters: height (cm), diameter (mm) and number of leaves. The treatment that presented the best results for the height was 6 grams of fertilizer / 1L of water every 21 days (T9) with an average value of 33,86 cm; to the diameter the best result was the application of a high doses (6 g/L) and an average of 6,11 mm while to the number of leaves was the application of 6 grams of 20 – 20 - 20 / 1L of water every 7 days (T7) with an average of 29,36. Although no significant differences were observed during the 120 days in the experimental phase due to several factors as the presence of the disease in the leaves and the scarce space to abundant root growth that the plants presented, which could provoke the lack of growth in them.

Key words: FOLIAR FERTILIZATION - ARUPO PLANTS - FOREST EVALUATION.



X. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, D., Trinidad, S. (1999). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. Terra Latinoamericana, 17(3), 247-255.
2. Agrosad. (s.f). *Fertilizantes foliares solubles*. Cuenca - Ecuador. Fecha de consulta: 8 diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.agrosad.com.ec/index.php/productos/agroquimicos/fertilizantes-foliares-solubles/fuerza-verde-rosado-detail>
3. Alarcón, A. (2006). *Nutrición y riego en los viveros*. Departamento de Ciencias y Tecnología Agraria. Fecha de consulta: 6 diciembre de 2016. Disponible en: http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/viveros06/a_alarcon.pdf
4. Alvarado, A., & Raigosa, J. (2007). *Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales*. San José - Costa Rica.
5. Castillo, R., Marín, G., & León, R. (2013). *Absorción de nutrientes a través de la hoja*. Uniciencia, 27(1), 232-244. Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/4952>
6. Davey, C. (1998) *Crecimiento de los árboles y los elementos nutrientes esenciales*. Panamá. p. 105.
7. Department of Agriculture Forest Service. (1985). *Insects of Eastern forest. Washington*. Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2016. Disponible en: <https://books.google.com.ec/bokks?id=OSgoSNkp0U0C&pg=PA143&dq=podosesia+syringae&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjQrqa2kN7TAhVE6yYKHSzfA5QQ6AEIZTAJ#v=onepage&q=podosesia%20syringae&f=false>

8. Dinkelaker, B., Hengeler, C., & Marschener, H. (1995). *Distribution and function of proteoid roots and other roots clusters*. Botánica acta 108(3): 183-200
9. Evans, J. (1992). *Plantation forestry in the tropics*. (2ª ed). Oxford Science Publications. New York – USA. P. 403
10. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (1991). *Tratamiento previo de la semilla*. En Willan, R. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma
11. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2002). *Los fertilizantes y sus usos* (4ª ed.). Roma.
12. Gallegos L. (2005). *Descripción y manejo de plagas y enfermedades en el arbolado urbano de la comuna de la reina*. (Tesis de grado). Universidad de Chile. Fecha de consulta: 02 de mayo de 2017. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105066/gallegos_1.pdf?sequence=3&iaSllowed=y
13. Garcia, R. (1976). *Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period*. Sociedad Americana de Agronomía
14. Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. Traducida por Humberto Jiménez Saa. San José - Costa Rica: IICA.
15. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). Anuario Meteorológico. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>
16. Jácome, A. (2008). *Comparación de la acción de diferentes dosis de biofertilizantes líquidos (biol) sobre el crecimiento de mangle en condiciones de vivero*

(Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil – Ecuador

17. Lignoquim, (s.f.). *Fertilización foliar y moléculas orgánicas ecológicas*. Guayaquil - Ecuador. Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2016. Disponible en www.lignoquim.com.ec

18. Lojan, L. (2003). *El verdor de los Andes Ecuatorianos* (2ª ed.). Quito - Ecuador.

19. Mahecha, G. (2010). *Arbolado de Bogotá* (1ª ed.). Bogotá - Colombia: Scripto Gómez y Rosales Asociados. Fecha de consulta: 02 de mayo de 2017. Disponible en: http://issuu.com/ambientebogota/docs/arbolado_urbano_bogot_.

20. Murillo Castillo, R., Piedra Marín, G., & León, R. (2013). *Absorción de nutrientes a través de la hoja*. Uniciencia, 27(1). Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en <file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-AbsorcionDeNutrientesATravesDeLaHoja-4945327.pdf>

21. Napier, I, (1985). *Técnicas de viveros forestales con referencia especial a Centroamérica*. Siguatepeque, Honduras: Graficentro, p. 274

22. Peralta, E. (2017). *El arupo (Chionanthus pubescens Kunth)*. Árbol ornamental con potencial uso en ecuador. Quito - Ecuador. p. 50

23. Ortega, L. (2012). *Evaluación agronómica y productiva del cultivo de café (coffea arábica) bajo tres sistemas agroforestales más la aplicación de un fertilizante foliar orgánico, en el cantón Echeandía, provincia Bolívar*. (Tesis de grado). Universidad estatal de Bolívar. Guaranda - Ecuador. Fecha de consulta: 09 de noviembre de 2016. Disponible en:

<http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/125>

24. Quishpe, J. (2009). *Evaluación de seis tratamientos pre germinativos y cuatro tipos de sustratos para la propagación de Arupo (Chionanthus pubescens Kunth)*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Fecha de consulta: 9 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/708>

25. Raisman, J. (2013). *Guía de consultas botánica II*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE) OLEACEAE. p. 378. Argentina

26. Romheld, V., & El-Fouly, M. (1999). *Aplicación Foliar de Nutrientes: Retos y Límites en la Producción Agrícola*. Proceedings of the 2nd International Workshop on Foliar Fertilization. Bangkok - Tailandia. Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2016. Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/C0C776C4ADCF69AA86256CAA00768F6A/\\$file/Aplicaci%C3%B3n+foliar+de+nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/C0C776C4ADCF69AA86256CAA00768F6A/$file/Aplicaci%C3%B3n+foliar+de+nutrientes.pdf)

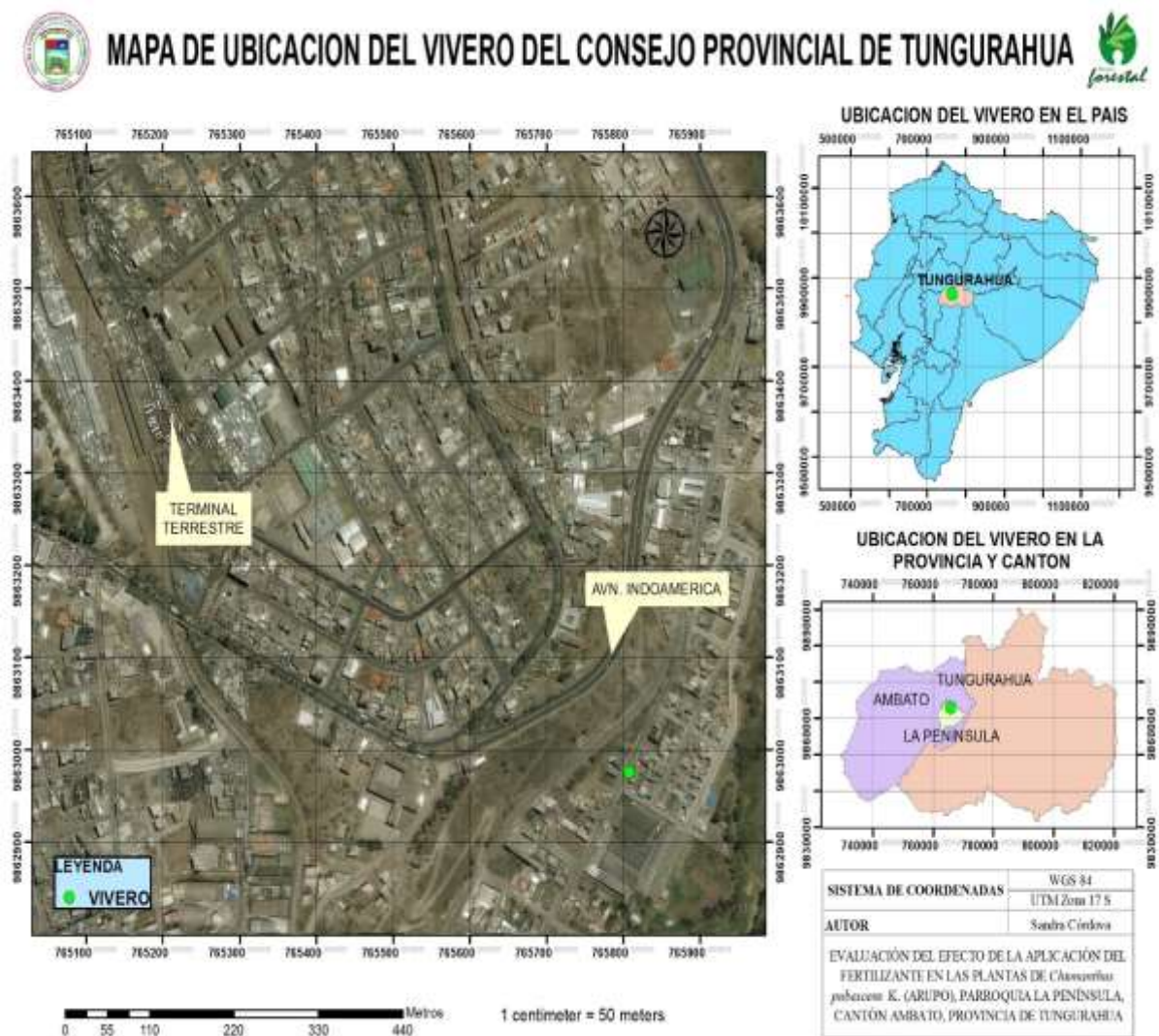
27. Rottenberg, O., & Gallardo, A (Editores). (s.f). *El arte de la nutrición foliar, mecanismos de absorción*. Haifa Chemicals México. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en: http://www.haifa-group.com/spanish/files/Articles/Articles_spanish/Nutricion_Foliar_oded.pdf

28. Salas, R., & Molina, E. (2002). *Fertilización foliar: principios y aplicación*. Centro de investigaciones agronómica de la Universidad de Costa Rica. Fecha de consulta: 17 noviembre 2016. Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>

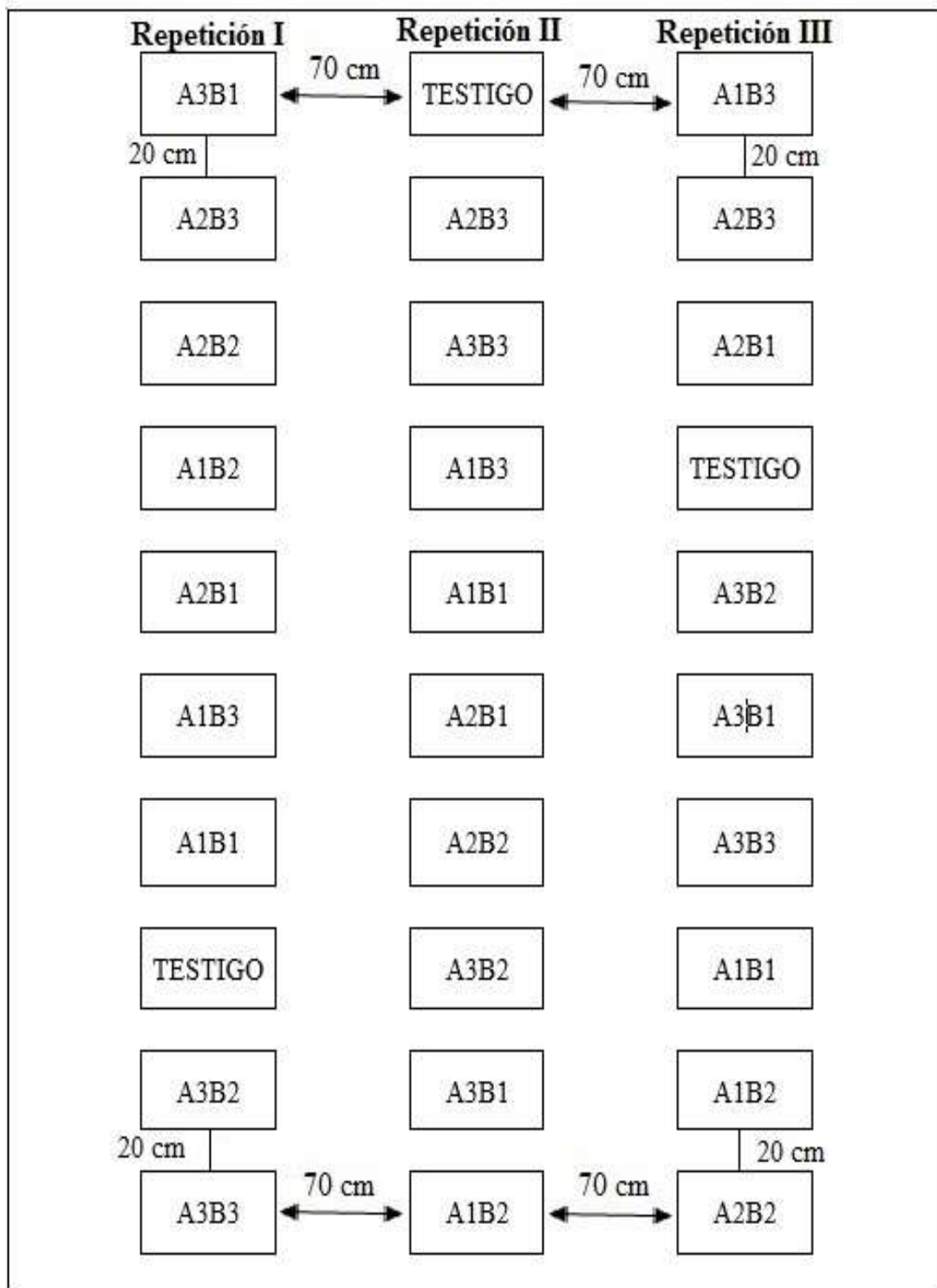
29. Saro, J. (2013). *Nutrición vegetal*. Fecha de consulta: 09 de noviembre del 2017.
Disponible en: <http://www.fagro.mx/nutricion-vegetal.html>
30. Toledo Romoleroux, A. (Coord). (2006). *Vademecum agrícola*. Obra de publicaciones y Documentos de Referencia. (9ª. ed). Quito-Ecuador: Edifarm.
31. Trujillo, E. (2002). *Sistema de producción en vivero*. Manual de Árboles. (1ª ed.) Bogotá – Colombia. pp. 31, 36-39, 41-42, 63, 92-93.
32. Vasquez, A. (2001). *Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia*. Ibagué - Tolima.
33. Villar, P. Planelles, R. (2001). *Influencia de la fertilización y el sombreo en el vivero sobre la calidad de la planta de Quercus ilex L. y su desarrollo en campo*. III Congreso Internacional Español. Granada. Mesa 3: 770-776

XI. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del vivero forestal de Catiglata del Consejo Provincial de Tungurahua



Anexo 2. Croquis del diseño experimental



Anexo 3. Altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	28,93	28,09	26,29	83,31	27,77
T2	1	2	30,48	27,38	28,15	86,01	28,67
T3	1	3	26,93	29,03	27,28	83,23	27,74
T4	2	1	25,12	27,40	29,67	82,18	27,39
T5	2	2	28,03	30,55	27,09	85,67	28,56
T6	2	3	27,56	27,42	28,10	83,08	27,69
T7	3	1	24,64	28,68	25,43	78,75	26,25
T8	3	2	29,65	27,69	27,75	85,09	28,36
T9	3	3	28,60	30,69	30,83	90,12	30,04
T10	TESTIGO		29,15	30,72	29,48	89,35	29,78

Anexo 4. Altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	30,42	29,69	28,58	88,68	29,56
T2	1	2	31,70	29,37	29,89	90,96	30,32
T3	1	3	28,47	30,38	29,16	88,00	29,33
T4	2	1	26,89	29,66	31,63	88,18	29,39
T5	2	2	29,59	31,42	30,26	91,27	30,42
T6	2	3	28,43	29,38	30,99	88,79	29,60
T7	3	1	25,93	30,11	27,22	83,26	27,75
T8	3	2	30,75	29,69	29,40	89,84	29,95
T9	3	3	30,94	32,86	32,12	95,92	31,97
T10	TESTIGO		30,48	32,52	31,18	94,18	31,39

Anexo 5. Altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	33,40	31,91	30,31	95,62	31,87
T2	1	2	33,48	30,98	31,27	95,73	31,91
T3	1	3	30,68	32,32	30,83	93,83	31,28
T4	2	1	31,83	32,40	34,11	98,34	32,78
T5	2	2	31,54	33,82	31,42	96,78	32,26
T6	2	3	30,66	31,00	32,38	94,04	31,35
T7	3	1	28,94	32,44	29,43	90,82	30,27
T8	3	2	33,39	31,82	31,57	96,78	32,26
T9	3	3	32,73	35,08	33,78	101,59	33,86
T10	TESTIGO		32,71	34,58	32,34	99,63	33,21

Anexo 6. Altura de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante (cm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	38,33	36,14	34,24	108,71	36,24
T2	1	2	37,28	33,66	32,89	103,83	34,61
T3	1	3	34,38	35,63	33,04	103,05	34,35
T4	2	1	38,27	37,65	37,98	113,89	37,96
T5	2	2	35,08	38,12	34,22	107,42	35,81
T6	2	3	34,19	34,61	37,09	105,89	35,30
T7	3	1	33,72	35,73	35,06	104,51	34,84
T8	3	2	37,47	35,83	36,78	110,08	36,69
T9	3	3	35,70	39,54	36,84	112,08	37,36
T10	TESTIGO		35,33	38,48	35,48	109,29	36,43

Anexo 7. Diámetro de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	5,68	5,54	5,61	16,83	5,61
T2	1	2	5,72	5,36	5,89	16,97	5,66
T3	1	3	5,39	5,89	5,83	17,12	5,71
T4	2	1	5,47	5,59	5,53	16,59	5,53
T5	2	2	5,43	5,59	5,48	16,49	5,50
T6	2	3	5,38	5,42	5,82	16,62	5,54
T7	3	1	5,49	5,82	5,55	16,86	5,62
T8	3	2	5,99	5,62	5,83	17,44	5,81
T9	3	3	5,74	5,63	6,00	17,38	5,79
T10	TESTIGO		5,63	5,77	5,49	16,90	5,63

Anexo 8. Diámetro de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	6,10	6,26	6,33	18,69	6,23
T2	1	2	6,55	6,61	6,64	19,80	6,60
T3	1	3	6,10	6,71	6,87	19,69	6,56
T4	2	1	6,16	6,39	6,50	19,04	6,35
T5	2	2	5,98	6,36	6,43	18,77	6,26
T6	2	3	6,24	5,96	7,02	19,23	6,41
T7	3	1	6,25	6,68	6,60	19,53	6,51
T8	3	2	6,69	6,40	6,83	19,92	6,64
T9	3	3	6,57	6,62	6,81	20,00	6,67
T10	TESTIGO		6,07	6,57	6,84	19,47	6,49

Anexo 9. Diámetro de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	7,25	7,13	6,97	21,36	7,12
T2	1	2	7,72	7,08	7,01	21,81	7,27
T3	1	3	7,06	7,50	7,89	22,45	7,48
T4	2	1	7,43	7,29	7,05	21,77	7,26
T5	2	2	7,01	6,81	7,23	21,05	7,02
T6	2	3	7,26	7,35	7,99	22,60	7,53
T7	3	1	7,50	7,42	7,44	22,36	7,45
T8	3	2	7,76	6,89	7,55	22,20	7,40
T9	3	3	7,74	7,71	7,45	22,89	7,63
T10	TESTIGO		6,98	7,67	7,50	22,15	7,38

Anexo 10. Diámetro de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante (mm)

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	8,04	7,72	7,69	23,45	7,82
T2	1	2	8,39	7,72	7,61	23,72	7,91
T3	1	3	7,80	8,08	8,38	24,26	8,09
T4	2	1	8,35	8,03	7,80	24,18	8,06
T5	2	2	7,90	7,32	7,76	22,98	7,66
T6	2	3	8,01	7,91	8,55	24,47	8,16
T7	3	1	8,37	7,98	8,12	24,48	8,16
T8	3	2	8,49	7,58	8,30	24,36	8,12
T9	3	3	8,43	8,36	7,92	24,72	8,24
T10	TESTIGO		7,64	8,30	8,23	24,16	8,05

Anexo 11. Número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	16,17	19,75	14,08	50,00	16,67
T2	1	2	21,92	19,75	24,25	65,92	21,97
T3	1	3	24,08	22,75	23,50	70,33	23,44
T4	2	1	25,08	19,75	15,08	59,92	19,97
T5	2	2	23,75	16,67	21,33	61,75	20,58
T6	2	3	24,58	21,92	20,75	67,25	22,42
T7	3	1	23,50	18,17	23,42	65,08	21,69
T8	3	2	19,83	19,25	22,75	61,83	20,61
T9	3	3	16,33	20,67	16,42	53,42	17,81
T10	TESTIGO		13,08	17,08	19,67	49,83	16,61

Anexo 12. Número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	21,33	19,25	21,75	62,33	20,78
T2	1	2	25,92	23,00	27,83	76,75	25,58
T3	1	3	25,75	24,42	25,42	75,58	25,19
T4	2	1	26,25	21,08	22,25	69,58	23,19
T5	2	2	24,17	18,08	26,67	68,92	22,97
T6	2	3	26,00	24,83	24,33	75,17	25,06
T7	3	1	25,00	22,67	29,33	77,00	25,67
T8	3	2	23,25	21,42	32,08	76,75	25,58
T9	3	3	19,50	23,17	18,33	61,00	20,33
T10	TESTIGO		20,25	24,00	20,25	64,50	21,50

Anexo 13. Número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	25,33	22,75	24,92	73,00	24,33
T2	1	2	25,75	25,50	29,25	80,50	26,83
T3	1	3	25,25	28,50	25,75	79,50	26,50
T4	2	1	29,00	26,33	21,92	77,25	25,75
T5	2	2	25,33	22,42	26,92	74,67	24,89
T6	2	3	28,92	27,50	25,75	82,17	27,39
T7	3	1	26,92	30,58	30,58	88,08	29,36
T8	3	2	28,25	25,92	32,67	86,83	28,94
T9	3	3	22,08	25,92	20,75	68,75	22,92
T10	TESTIGO		22,25	26,83	21,75	70,83	23,61

Anexo 14. Número de hojas de las plantas de Arupo (*Chionanthus pubescens* K) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante

N° T	FACTORES		REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	A	B	I	II	III		
T1	1	1	31,83	28,00	31,08	90,92	30,31
T2	1	2	31,92	29,00	32,00	92,92	30,97
T3	1	3	31,83	32,00	30,67	94,50	31,50
T4	2	1	36,17	30,17	25,83	92,17	30,72
T5	2	2	29,83	25,08	29,25	84,17	28,06
T6	2	3	33,00	33,83	28,42	95,25	31,75
T7	3	1	35,67	33,83	36,50	106,00	35,33
T8	3	2	36,17	27,92	38,67	102,75	34,25
T9	3	3	27,25	31,08	25,92	84,25	28,08
T10	TESTIGO		25,33	30,75	25,58	81,67	27,22

Anexo 15. Presupuesto de gastos

Detalle	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Balanza digital	1	20,00	20,00
Bomba para fumigar 2 L	1	4,00	4,00
Cámara fotográfica	1	200,00	200,00
Calibrador digital	1	25,00	25,00
Carretilla	1	80,00	80,00
Cinta métrica	1	5,00	5,00
Computador	1	800,00	800,00
Esfero	2	0,35	0,70
Fertilizante "Fuerza Verde"	2	4,00	8,00
Fundas plásticas	10	1,80	18,00
GPS	1	800,00	800,00
Libreta de apuntes	1	1,20	1,20
Mascarilla	1	20,00	20,00
Pala	1	20,00	20,00
Piola	1	2,00	2,00
Plantas de Arupo	900	0,30	270,00
Re-enfundado de plantas	900	0,05	45,00
Regadera	1	4,00	4,00
Regla	1	0,30	0,30
Sustrato	2 (m ³)	3,00	6,00
Transporte	24	3,70	88,80
Viáticos	24	2,00	48,00
Otros gastos		50,00	50,00
GASTO TOTAL			2516,00

Anexo 16. Análisis fitopatológico de las hojas de *Chionanthus pubescens* K (Arupo)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA
RIOBAMBA – ECUADOR
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ Teléfax 032303330

DATOS INFORMATIVOS

SOLICITANTE: Sandra Córdova
MUESTRA: Hojas de arupo
FECHA DE INGRESO: 18 de enero del 2017
FECHA DE ENTREGA: 25 de enero del 2017
MOTIVO DE ANALISIS: Análisis fitopatológico

RESULTADOS

En base al análisis se determina que la muestra se encuentra atacada por *Alternaria* sp. La enfermedad se manifiesta inicialmente en las hojas "bajeras", cuando comienza la madurez, avanzando paulatinamente hacia arriba. Comienza con la aparición de unas pequeñas puntuaciones castañas, rodeadas de un halo clorótico. Estas pequeñas manchas van aumentando de tamaño hasta alcanzar 3 a 4 cm de diámetro de tejido necrótico, uniéndose muchas veces entre sí y abarcando, en infecciones agudas, gran parte de la lámina. Se distinguen perfectamente de otro tipo de manchas por apreciarse en ellas anillos concéntricos de color más claro. En tallos, nervaduras y cápsulas las manchas son alargadas, en forma de huso y algo más pequeñas.

Recomendaciones

Cuando se detecta tempranamente síntomas de la enfermedad, aplique fungicidas protectantes (carbamatos, clorotalonil, cúpricos). Aplique cada siete días cuando las condiciones son húmedas y frías, y hasta cada diez días cuando el clima está seco.

Atentamente,

Dr. C. Rosa Castro
ANALISTA FITOPATÓLOGA



Anexo 17. Análisis químico de sustrato que se utiliza en el vivero de Catiglata



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Alexis Jordan
Remite:

Fecha de Ingreso: 04/05/2017
Fecha de salida: 18/05/2017

Ubicación: Vivero C.P.TUNGURAHUA
Nombre de la granja

LA PENÍNSULA
Parroquia

AMBATO
Cantón

TUNGURAHUA
Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE SUSTRATO

Identificación	%				
	pH	M.O	N	P	K
SUSTRATO(Tierra negra+Corteza de Pino+Cascarilla de arroz+Greavilla)	6,8 N	3,23	0,22	0,59	0,18

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Sulficiente	M: medio
L.Ac. Lig. ácido	B: bajo



Ing. José Arcos Y.
JEFE LAB. DE SUELOS

Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

Anexo 18. Pesaje del fertilizante fuerza verde y 25-16-12 de acuerdo a las dosis establecidas



Anexo 19. Selección de plantas de Arupo para el trasplante



Anexo 20. Trasplante de las plantas a fundas de mayor tamaño



Anexo 21. Limpieza de la parcela y establecimiento de las unidades experimentales



Anexo 22. Limpieza, riego y deshierbe manual de las malezas



Anexo 23. Fertilización de las plantas



Anexo 24. Toma de muestras de las hojas infectadas



Anexo 25. Aplicación del fungicida protectante



Anexo 26. Toma de datos en campo



Anexo 27. Visita de campo del tribunal de titulación



Anexo 28. Crecimiento de las plantas testigo vs. plantas fertilizadas

